

**PENGARUH RESIDU UREA-HUMAT DENGAN APLIKASI KOMPOS
KOTORAN KAMBING TERHADAP KETERSEDIAAN Ca, Mg, Na DAN
PERTUMBUHAN TANAMAN OKRA (*Abelmoshus Esculentus* L.)
PADA ENTISOLS, WAJAK MALANG.**

Oleh

SUDI SINAGA



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG
2018**

**PENGARUH RESIDU UREA-HUMAT DENGAN APLIKASI KOMPOS
KOTORAN KAMBING TERHADAP KETERSEDIAAN Ca, Mg, Na DAN
PERTUMBUHAN TANAMAN OKRA (*Abelmoshus Esculentus* L.)
PADA ENTISOLS, WAJAK MALANG.**

Oleh
SUDI SINAGA
135040201111353

SKRIPSI

**Diajukan sebagai syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN TANAH
MALANG
2018**

PERNYATAAN

Dengan ini saya Sudi Sinaga menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi manapun dan sepanjang saya menulis skripsi ini tidak terdapat suatu karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disitir dalam naskah dan karyanya disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Juli 2018

Sudi Sinaga



Tuhanlah Gembalaku, Takkan Kekurangan aku (Mazmur 23:1)

"Sebab itu janganlah kamu kuatir dan berkata: Apakah yang akan kami makan? Apakah yang akan kami minum? Apakah yang akan kami pakai?

Semua itu dicari bangsa-bangsa yang tidak mengenal Allah. Akan tetapi Bapamu yang di sorga tahu, bahwa kamu memerlukan semuanya itu. Tetapi carilah dahulu ciri-ciri Kerajaan Allah dan kebenarannya, maka semuanya itu akan ditambahkan kepadamu. Sebab itu janganlah kamu kuatir akan hari besok, karena hari besok mempunyai kesusahannya sendiri. Kesusahan sehari cukuplah untuk sehari."-Matius 6:31-34



Skripsi ini kupersembahkan untuk kedua orangtua
Bapak Elisten Sinaga (Alm) dan Ibu Rayati Tamba
Ketiga kakak saya Martalina, Yen Nuriati, Tiur Mala dan abang Otto
Bonaventura dengan penuh rasa hormat, sayang dan cinta

RINGKASAN

Sudi Sinaga. 135040201111353. **Pengaruh Residu Urea-Humat dengan Aplikasi Kompos Kotoran Kambing terhadap Ketersediaan Ca, Mg, Na dan Pertumbuhan Tanaman Okra (*Abelmoshus Esculentus* L.) pada Entisols, Wajak Malang.** Di bawah bimbingan Retno Suntari

Entisol, Wajak Malang memiliki kejenuhan basa dan bahan organik rendah serta pH agak masam. Hasil analisis juga menunjukkan bahwa tanah ini memiliki unsur hara P dengan kriteria tinggi sedangkan N, K, Ca, Mg, Na dengan kriteria rendah hingga sangat rendah. Salah satu upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan aplikasi bahan organik yaitu asam humat yang dicampur dengan urea sehingga menghasilkan Urea-Humat. Urea-humat memiliki unsur hara makro dan mikro yang berfungsi meningkatkan ketersediaan unsur hara, bahan organik serta pertumbuhan tanaman. Aplikasi asam humat pada penanaman pertama dapat meninggalkan residu unsur hara dan masih dapat digunakan pada penanaman kedua. Selain asam humat, bahan organik yang dapat diaplikasikan adalah kompos kotoran kambing karena dapat memperbaiki sifat tanah, meningkatkan bahan organik dan memiliki unsur hara makro. Tujuan penelitian ini adalah (1) mengevaluasi pengaruh residu Urea-Humat dengan aplikasi kompos kotoran kambing terhadap ketersediaan Ca, Mg, Na pada Entisols (2) mengevaluasi pengaruh residu Urea-Humat dengan aplikasi kompos kotoran kambing terhadap pertumbuhan tanaman okra pada Entisols, Wajak Malang.

Penelitian dilakukan di rumah kaca dan Laboratorium Kimia Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang, pada bulan Maret 2017 hingga Juni 2017. Variabel pengamatan meliputi Ca-dd, Mg-dd, Na-dd dan tinggi tanaman serta jumlah daun. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 3 ulangan. Kombinasi perlakuan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh (Tampubolon, 2017) yang terdiri dari: U1 (Tanah residu urea 100% + kompos kotoran kambing), UH (Tanah residu urea-humat 75% + kompos kotoran kambing), UH2 (Tanah residu urea-humat 100% + kompos kotoran kambing), UH3 (Tanah residu urea-humat 125% + kompos kotoran kambing), UH4 (Tanah residu urea-humat 150% + kompos kotoran kambing). Data diuji dengan analisis ragam dilanjutkan dengan uji Duncan dan korelasi.

Hasil penelitian menunjukkan terdapat pengaruh nyata residu Urea-Humat 100% (UH2) dengan aplikasi kompos kotoran kambing (1/3 bobot media tanam) terhadap Ca-dd, Mg-dd dan Na-dd pada 4 MSI dengan peningkatan berturut-turut 19,72, 51,81, 31,42% dibandingkan dengan perlakuan kontrol (residu Urea 100% + 1/3 kompos kotoran kambing). Residu Urea-Humat dengan aplikasi kompos kotoran kambing (1/3 bobot media tanam) tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman dan jumlah daun okra pada 4, 6 dan 8 MST.

SUMMARY

Sudi Sinaga. 135040201111353. **Effect of Residue Urea-Humate with Application Goat Manure on the Availability of Ca, Mg, Na and Growth Okra (*Abelmoshus Esculentus* L.) on Entisols, Wajak Malang.** Supervised by Retno Suntari

Entisols, Wajak Malang has low base saturation and organic matter and slightly acid. The result of analysis also showed that soil has nutrient P with high criteria however N, K, Ca, Mg, Na has low to very low criteria. One effort to resolve the problem is with application of organic matter such as humic acid mixed with urea to produce Urea-Humate. Urea-Humate has macro and micro nutrients and function to improve the availability of nutrients, organic matter and plant growth. Application of humic acid at the first planting can leave residual nutrients and can still be used in the second planting. Besides Urea-Humate, organic matter can be applied is goat manure because can improve soil properties, organic matter and has macro nutrients. The purpose of this research are: (1) to evaluate the influence of residue Urea-Humic with application goat manure on availability of Ca, Mg, Na on Entisols (2) to evaluate the influence of residue Urea-Humate with application goat manure to growth of okra on Entisols, Wajak Malang.

The research was conducted in the greenhouse and Soil Chemistry Laboratory, Faculty of Agriculture University of Brawijaya Malang, from March 2017 to June 2017. The variables observed were Ca-dd, Mg-dd, Na-dd, high plants and number of leaves. This study used complete randomized design (CRD) with 5 treatments and 3 replications. The combination of treatment is based research by Tampubolon (2017) consist of: U1 (soil residue urea 100% + goat manure), UH1 (soil residue Urea-Humate 75% + goat manure), UH2 (soil residue Urea-Humate 100% + goat manure), UH3 (soil residue Urea-Humate 125% + goat manure), UH4 (soil residue Urea-Humate 150% + goat manure). Data were tested by analysis of variance, followed by DMRT and correlation.

The results showed a significant effect of application residue Urea-Humate 100% (UH2) with goat manure (1/3 weight planting media) to Ca- available, Mg-available, and Na-available at 4 week after incubation with increase respectively of 19,72, 51,81 and 31,42% compared with control treatment of U1 (residue urea 100% + 1/3 goat manure). Residue Urea-Humate with application goat manure (1/3 weight planting media) have no effect significant to high plant and number of leaves okra on 4, 6 and 8 week after planting.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Residu Urea-Humat dengan Aplikasi Kompos Kotoran Kambing terhadap Ketersediaan Ca, Mg, Na dan Pertumbuhan Tanaman Okra (*Abelmoshus Esculentus* L.) Pada Entisols, Wajak Malang.

Pada Kesempatan ini, penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Zaenal, Kusuma, SU., selaku Ketua Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
2. Dr. Ir. Retno Suntari, MS., selaku dosen pembimbing dengan sabar membimbing dan mengarahkan penulis mulai dari penelitian hingga penyusunan laporan akhir.
3. Prof. Dr. Ir. Sugeng Prijono, MS., selaku Ketua Tim Pemantau Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
4. Penghargaan yang tulus penulis berikan kepada Orang tua dan saudara/i atas doa, cinta, kasih sayang dan dukungan yang diberikan kepada penulis.
5. Grachika Hariyanto yang selalu setia menemani dan membantu, rekan-rekan Agroekoteknologi dan semua teman-teman serta Sarijan Coffee Indonesia atas dukungan dan semangat serta kebersamaan selama ini.

Penulis berharap semoga hasil dari penelitian ini bermanfaat bagi banyak pihak dan memberikan sumbangan pemikiran dalam kemajuan ilmu pengetahuan.

Malang, Mei 2018

Sudi Sinaga

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Rantau Prapat pada tanggal 17 September 1994 sebagai putra kelima dari lima bersaudara dari Bapak Elisten Sinaga (Alm) dan Ibu Rayati Tamba.

Penulis menempuh pendidikan dasar di SDN 1 Sukaramai pada tahun 2001 sampai tahun 2007, kemudian penulis melanjutkan ke SMP RK Bintang Kejora pada tahun 2007 sampai tahun 2010. Pada tahun 2010 sampai tahun 2013 penulis studi di SMAN 1 Rantau Prapat. Pada tahun 2013 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata-1 Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang, Jawa Timur, melalui jalur SNMPTN.

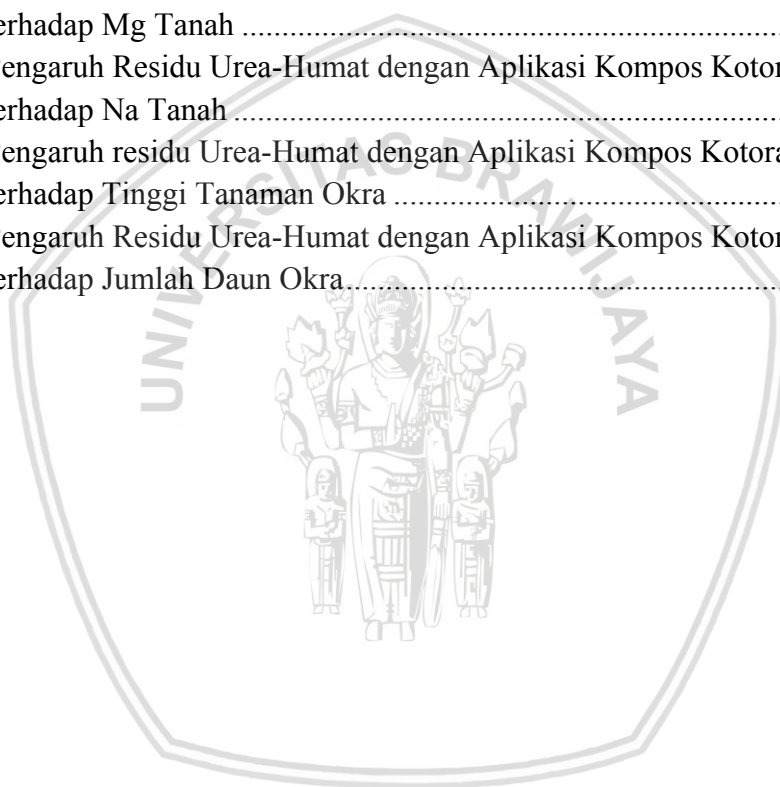
Selama menjadi mahasiswa penulis pernah mengikuti magang kerja di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao (PUSLITKOKA) Jember, Jawa Timur pada tahun 2016. Penulis aktif dalam kegiatan organisasi intra kampus dan ekstra kampus seperti Keluarga Mahasiswa Katolik (KMK) pada tahun 2013 sampai tahun 2018, Perhimpunan Mahasiswa Katolik Republik Indonesia (PMKRI) pada tahun 2013 sampai tahun 2018 dan Organisasi Daerah (ORDA) Kabupaten Labuhan Batu pada tahun 2013 sampai 2018.

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan	3
1.4. Hipotesis	3
1.5. Manfaat	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Tanaman Okra	5
2.2. Peranan Asam Humat dan Urea Humat	6
2.3. Pengaruh Kompos Kotoran Kambing terhadap Ketersediaan Ca, Mg, Na ..	7
2.4. Peranan Unsur Hara Ca, Mg dan Na pada Tanaman	8
2.5. Potensi Entisols	11
III. METODE PENELITIAN	12
3.1. Waktu dan Tempat	12
3.2. Alat dan Bahan	12
3.3. Metode Penelitian	13
3.4. Pelaksanaan Penelitian	13
3.5. Analisis Data	15
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	16
4.1. Kondisi Residu Entisols Setelah Pertanaman Jagung	16
4.2. Pengaruh Residu Urea-Humat dengan aplikasi Kompos Kotoran Kambing terhadap Ketersediaan Ca, Mg dan Na	17
4.3. Pengaruh Residu Urea-Humat dengan aplikasi Kompos Kotoran terhadap Pertumbuhan Tanaman Okra	22
V. KESIMPULAN DAN SARAN	26
5.1. Kesimpulan	26
5.2. Saran	26
DAFTAR PUSTAKA	27
LAMPIRAN	33

DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Kandungan Kompos Kotoran Kambing.....	8
2.	Kombinasi Perlakuan	13
3.	Parameter Pengamatan	15
4.	Hasil Analisis Residu Urea-Humat Setelah Pertanaman Jagung	16
5.	Pengaruh Residu Urea-Humat dengan Aplikasi Kompos Kotoran Kambing terhadap Ca Tanah	17
6.	Pengaruh Residu Urea-Humat dengan Aplikasi Kompos Kotoran Kambing terhadap Mg Tanah	19
7.	Pengaruh Residu Urea-Humat dengan Aplikasi Kompos Kotoran Kambing terhadap Na Tanah	21
8.	Pengaruh residu Urea-Humat dengan Aplikasi Kompos Kotoran Kambing terhadap Tinggi Tanaman Okra	23
9.	Pengaruh Residu Urea-Humat dengan Aplikasi Kompos Kotoran Kambing terhadap Jumlah Daun Okra.....	24



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Alur Pikir Penelitian.....	4
2.	Struktur asam humat (Stevenson, 1994)	6



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Analisis Dasar Tanah dan Kompos	33
2.	Kriteria Penilaian Hasil Analisis Tanah dan Kompos.....	34
3.	Denah Pengacakan Perlakuan Penelitian	35
4.	Perhitungan Pupuk Dasar Tanaman Okra (Urea, SP36 dan KCl).....	36
5.	Perhitungan Aplikasi Kompos Kotoran Kambing	37
6.	Perhitungan Kebutuhan Air Kapasitas Lapang.....	38
7.	Deskripsi Tanaman Okra (<i>Abelmoshus esculentus</i> L.) varietas Garibar... 39	39
8.	Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan terhadap Variabel Pengamatan	40
9.	Matriks Korelasi Antar Parameter Pengamatan.....	43
10.	Dokumentasi Penelitian	44



I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Entisols merupakan salah satu jenis tanah yang tersebar di wilayah Indonesia yaitu Sumatera, Jawa, Bali, Sulawesi dan Kalimantan, dengan luas 3,8 juta ha (Mulyani *et al.*, 2004). Entisols merupakan tanah yang kurang subur karena memiliki tekstur pasir, daya menahan dan menyimpan air rendah serta kandungan bahan organik dan unsur hara rendah (Gaol *et al.*, 2014). Menurut Utami dan Handayani (2003) Entisols mempunyai konsistensi lepas, tingkat agregasi rendah, peka terhadap erosi dan memiliki ketersediaan unsur hara makro esensial (N, P, K, Ca, Mg) rendah hingga sangat rendah serta kejenuhan basa rendah serta pH agak masam (Tampubolon, 2016). Kandungan bahan organik rendah juga menjadi salah satu faktor penyebab rendahnya Kapasitas Tukar Kation (KTK) dan Kejenuhan Basa (KB) pada Entisols (Anggriawan dan Tripama, 2014).

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan pada Entisols adalah dengan penambahan bahan organik. Bahan organik merupakan komponen tanah yang berperan dalam berbagai aktivitas kehidupan dalam tanah dan berfungsi meningkatkan ketersediaan unsur hara tanah (Zulfadli *et al.*, 2012). Salah satu bahan organik yang dapat diaplikasikan pada Entisols adalah asam humat. Asam humat merupakan salah satu bahan organik berfungsi memelihara kesuburan tanah, meningkatkan agregasi dan unsur hara serta keanekaragaman mikroba (Moraditochae, 2012; Ahmad *et al.*, 2015). Asam humat dapat dicampur dengan pupuk Urea sehingga menghasilkan Urea-Humat yang dapat mengoptimalkan pelepasan dan penyerapan unsur hara oleh tanaman pada pupuk urea karena sifatnya *slow release Fertilizer*. Proses pelapisan Urea dengan asam humat dilakukan dengan cara menyemprot secara merata Urea dengan Asam Humat. Selain itu Urea-Humat juga memiliki unsur hara N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Zn dan Mn seperti yang telah diteliti oleh McMurpy *et al.* (2011) dan Suntari *et al.* (2013).

Hasil penelitian Suntari *et al.* (2013) menunjukkan bahwa perlakuan 100% urea-humat lebih efektif jika dibandingkan dengan perlakuan pupuk urea yang direkomendasikan (200 kg ha^{-1}) yaitu mampu meningkatkan berat panen butir

padi dan berat kering giling butir padi sebesar 22%. Penelitian ini menggunakan residu Urea-Humat pada penelitian sebelumnya pada pertanaman jagung dengan media tanam Entisols (Tampubolon, 2016). Selain itu, bahan organik yang dapat digunakan adalah kompos kotoran kambing. Kompos kotoran kambing merupakan salah satu sumber bahan organik yang dapat meningkatkan kesuburan tanah serta menyediakan unsur hara makro bagi tanaman (Nweke *et al.*, 2013). Manfaat aplikasi kompos kotoran kambing terhadap tanah adalah sebagai sumber unsur hara dan nutrisi bagi mikroorganisme tanah, meningkatkan bahan organik dan kapasitas menahan air serta memperbaiki aerasi tanah (Dewi, 2016; Gichangi *et al.*, 2009). Hasil penelitian Hariadi *et al.* (2016) menunjukkan bahwa aplikasi kombinasi 1/3 kompos kotoran kambing dengan 2/3 tanah mampu meningkatkan luas daun tanaman jagung.

Penelitian aplikasi kompos kotoran kambing pada tanaman yang berbeda telah dilakukan antara lain Okra (Awodun, 2007), wortel (Rahayu *et al.*, 2014) dan jagung manis (Dinariani *et al.*, 2014). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa aplikasi kompos kotoran kambing memberikan pengaruh terhadap meningkatnya bahan organik tanah dan pertumbuhan tanaman. Residu Urea-Humat dengan aplikasi kompos kotoran kambing pada Entisols sebagai media tanam tanaman okra diharapkan dapat memberikan pengaruh terhadap ketersediaan unsur hara dan pertumbuhan tanaman okra. Hal ini berkaitan dengan sifat asam humat dan hasil analisis kimia kompos kotoran kambing yang menunjukkan kandungan N 1,51%, P 0,31%, K 0,90%, C-organik 7,04%, C/N 4,67 dan bahan organik 12,12% (Wardani, 2016).

Tanaman Okra (*Abelmoshus esculentus* L.) merupakan tanaman multiguna yang dapat dikonsumsi masyarakat luas dan dapat juga sebagai obat untuk berbagai penyakit namun masih jarang dibudidayakan di Indonesia. Menurut Torkop *et al.* (2006) kandungan dari tanaman okra yaitu 67,50% α -selulosa, 15,40% hemiselulosa, 7,10% lignin, 3,90% lemak serta 2,70% ekstrak air. Tanaman okra berfungsi sebagai tanaman obat untuk berbagai jenis penyakit seperti kencing nanah, tumor kanker, HIV dan AIDS (Masarirambi *et al.*, 2012; Uka *et al.*, 2013). Berdasarkan uraian diatas dilakukan penelitian dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh residu Urea-Humat dengan aplikasi kompos kotoran

kambing terhadap ketersediaan Ca, Mg, Na dan pertumbuhan tanaman okra pada Entisols, Wajak Malang. Alur pikir penelitian disajikan pada Gambar 1.

1.2. Rumusan Masalah

- a. Bagaimana pengaruh residu Urea-Humat dengan aplikasi kompos kotoran kambing terhadap ketersediaan Ca, Mg, Na pada Entisols?
- b. Bagaimana pengaruh residu Urea-Humat dengan aplikasi kompos kotoran kambing terhadap pertumbuhan tanaman okra pada Entisols?

1.3. Tujuan

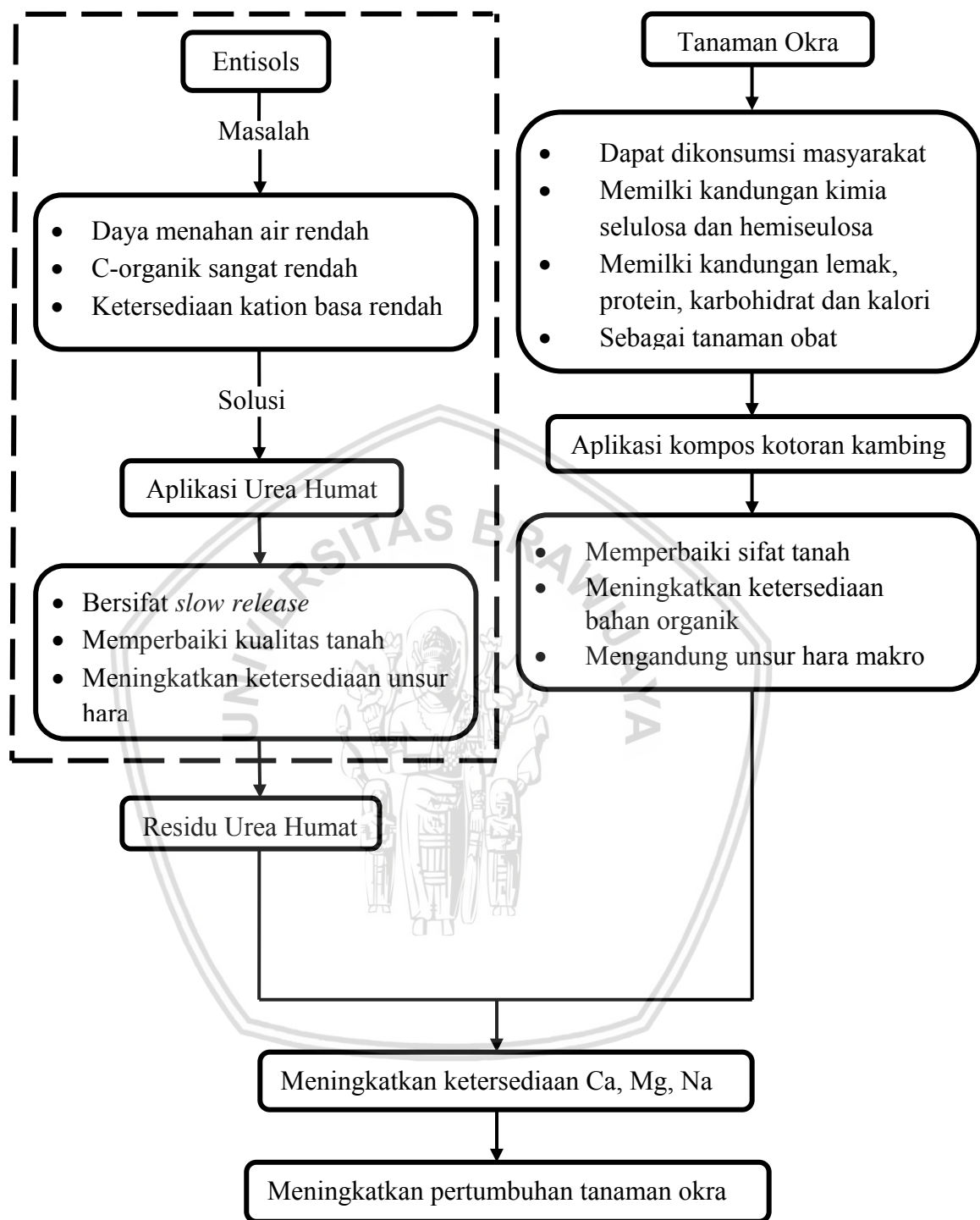
- a. Untuk mengevaluasi pengaruh residu Urea-Humat dengan aplikasi kompos kotoran kambing terhadap ketersediaan Ca, Mg, Na pada Entisols.
- c. Untuk mengevaluasi pengaruh residu Urea-Humat dengan aplikasi kompos kotoran kambing terhadap pertumbuhan tanaman okra pada Entisols.

1.4. Hipotesis

- a. Residu Urea-Humat dengan aplikasi kompos kotoran kambing dapat meningkatkan ketersediaan Ca, Mg, Na pada Entisols.
- b. Residu Urea-Humat dengan aplikasi kompos kotoran kambing dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman okra pada Entisols.

1.5. Manfaat

Memberi informasi mengenai manfaat residu Urea-Humat dengan aplikasi kompos kotoran kambing pada media tanam dapat meningkatkan ketersediaan Ca, Mg, Na dan pertumbuhan tanaman okra pada Entisols, Wajak Malang.



Gambar 1. Alur Pikir Penelitian

II. TINJAUAN PUSTAKA

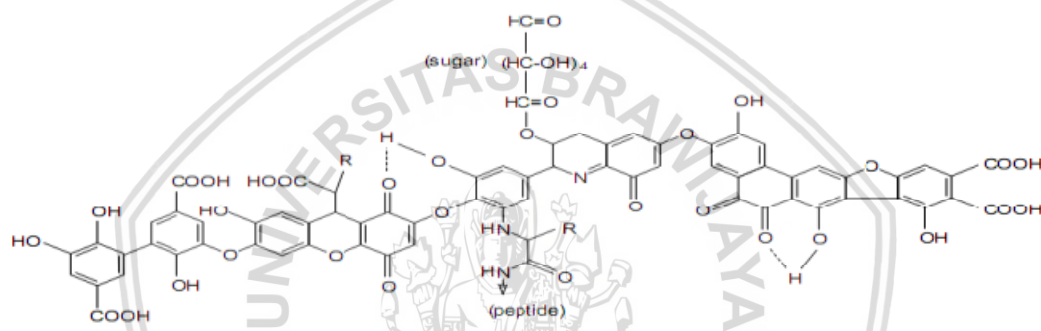
2.1. Tanaman Okra

Tanaman Okra (*Abelmoshus esculentus* L.) merupakan tanaman multiguna karena dapat dikonsumsi sebagai bahan makanan dan sebagai obat-obatan karena memiliki fungsi untuk kesehatan tubuh. Tanaman okra memiliki klasifikasi kingdom *Plantae*, divisi *Magnoliophyta*, kelas *Magnolipsida*, ordo *Malvales*, family *Malvaceae*, genus *Abelmoschus* dan spesies *Abelmoschus esculentus* L. (Departement of Biotechnologi Ministry of Science and Technology Government of India, 2011). Tanaman okra telah banyak dibudidayakan di Kenya dan negara Asia seperti Malaysia, Thailand, Filipina dan Vietnam. Menurut Yudo, 1991 (dalam Nadira *et al.*, 2009) buah okra muda mengandung 85,70% kadar air, 8,30% protein, 2,05% lemak, 1,4% karbohidrat dan 38,9% kalori 100g^{-1} . Sedangkan menurut Torkop *et al.* (2006) kandungan kimia dari okra adalah 67,50% α -selulosa, 15,40% hemiselulosa, 7,10% lignin, 3,90 % lemak dan 2,70% ekstrak air. Tanaman okra juga berfungsi sebagai tanaman obat untuk berbagai jenis penyakit antara lain kencing nanah, tumor kanker, HIV dan AIDS dan untuk proses diet dan melawan virus papiloma dari tubuh (Masarirambi *et al.*, 2012; Uka *et al.*, 2013; Gad *et al.*, 2015).

Okra merupakan tanaman yang memiliki kemampuan beradaptasi rendah dengan berbagai kondisi iklim, tumbuh pada tanah dengan pH 6-7 dan membutuhkan serapan unsur hara yang tinggi (Idiok *et al.*, 2012). Serapan unsur hara tanaman okra per hektar yaitu 100 kg N, 10 kg P, 60 kg K, 80 kg Ca dan 49 kg Mg untuk hasil buah 10 t ha^{-1} (Siemonsma dan Kaouame, 2004 dalam Idiok *et al.*, 2012). Beberapa penelitian pada tanaman okra telah dilakukan oleh Uka *et al.* (2013); Awodun, (2007); Masarirambi *et al.* (2012); Gulshan *et al.* (2013) dan Gad *et al.* (2015). Hasilnya menunjukkan bahwa dengan aplikasi bahan organik memberikan pengaruh terhadap ketersediaan unsur hara tanah (N, P, K, Ca, Mg) dan pertumbuhan tanaman okra. Berdasarkan uraian tersebut penambahan bahan organik pada media tumbuh tanaman okra penting untuk menambah kandungan bahan organik tanah, meningkatkan pH dan ketersediaan unsur hara Ca, Mg dan Na pada tanah yang dapat diserap oleh tanaman okra sehingga dapat meningkatkan pertumbuhannya.

2.2. Peranan Asam Humat dan Urea Humat

Asam humat merupakan komponen penyusun bahan organik berfungsi memelihara kesuburan tanah, meningkatkan agregrasi dan unsur hara serta keanekaragaman mikroba (Moraditochae, 2012; Ahmad *et al.*, 2015). Menurut Stevenson (1994) bahwa asam humat asam merupakan bahan makromolekul polielektrolit yang memiliki gugus fungsional seperti -COOH , -OH fenolat maupun -OH alkoholat sehingga asam humat memiliki peluang untuk membentuk kompleks dengan ion logam karena gugus ini dapat mengalami deprotonasi pada pH yang relatif tinggi. Secara hipotetik, struktur asam humat seperti yang disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Struktur asam humat (Stevenson, 1994)

Asam humat pada saat ini telah dimanfaatkan sebagai pelengkap pupuk yang dapat meningkatkan pemanfaatan pupuk dan pertumbuhan tanaman (Victolika *et al.*, 2014). Penelitian Suwardi *et al.* (2009) menunjukkan bahwa asam humat yang diaplikasikan ke dalam tanah dengan dosis 10 liter ha^{-1} melalui karier zeolit dapat meningkatkan produksi tanaman pangan padi sebesar 15% dan jagung sebesar 10%. Aplikasi asam humat pada zeolit dapat meningkatkan perakaran tanaman sehingga serapan unsur hara dan air lebih tinggi sehingga produksi tanaman meningkat. Hal ini didukung oleh penelitian Santi (2014); Ahmad *et al.* (2015) dan Verlinden *et al.* (2009) bahwa asam humat yang diperoleh dari batu bara membantu meningkatkan kesehatan tanah khususnya meningkatkan penyimpanan karbon pada tanah yang memiliki kation rendah, meningkatkan pH dan ketersediaan unsur hara (N, P, K, Ca, Mg, Na) serta populasi mikroorganisme di dalam tanah. Penelitian Sarno dan Eliza (2012) menunjukkan bahwa aplikasi asam humat dengan dosis 128-168 mg L^{-1} memberikan pengaruh terhadap tanaman yaitu meningkatkan tinggi tanaman,

jumlah daun, berat basah dan kering tajuk serta akar tanaman bayam. Beberapa penelitian aplikasi Urea Humat telah dilakukan pada beberapa tanaman yaitu padi (Suntari *et al.*, 2013), jagung (Tampubolon, 2016) dan kacang tanah (Wardani, 2017). Hasilnya menunjukkan dampak positif terhadap peningkatan ketersediaan N, P, K, N serapan dan meningkatkan produksi tanaman. Hal ini didukung unsur hara pada asam humat yang digunakan memiliki unsur hara N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Zn dan Mn seperti yang telah diteliti oleh McMurphy *et al.* (2011) dan Suntari *et al.* (2013). Selanjutnya McMurphy *et al.* (2011) menunjukkan bahwa asam humat mengandung unsur hara S, Mg, Ca dan Na berturut-turut 0,39, 0,1, 0,68 dan 0,07%. Di lain pihak pengaruhnya terhadap ketersediaan unsur hara bentuk kation basa belum diketahui. Oleh karena itu diperlukan penelitian mengenai pengaruh residu aplikasi urea humat ini terhadap Ca, Mg dan Na.

2.3. Pengaruh Kompos Kotoran Kambing terhadap Ketersedian Ca, Mg, Na

Kompos kotoran kambing merupakan salah satu sumber bahan organik yang dapat meningkatkan kesuburan tanah serta memiliki kandungan unsur hara makro dan mikro sebagai unsur hara bagi tanaman (Nweke *et al.*, 2013). Aplikasi kompos kotoran kambing memberikan dampak positif bagi tanah dan tanaman. Kompos kotoran kambing berfungsi sebagai sumber unsur hara dan nutrisi bagi mikroorganisme tanah, meningkatkan kemampuan tanah menahan unsur hara dan kapasitas menahan air serta memperbaiki aerasi tanah (Dewi, 2009; Gichangi *et al.*, 2009). Selain itu, kompos kotoran kambing berperan terhadap tanaman yaitu meningkatkan fungsi akar yaitu meningkatkan serapan air dan unsur hara sehingga pertumbuhan tanaman optimal (Dinariani *et al.*, 2016).

Penelitian Bulu *et al.* (2016) menunjukkan bahwa aplikasi kompos kotoran kambing mampu meningkatkan ketersediaan hara dan pH serta berpengaruh pada pertumbuhan tanaman kacang tanah. Hasil penelitian Usman (2015) juga menunjukkan bahwa aplikasi kompos kotoran kambing sebesar 20 t ha⁻¹ memberikan pengaruh terhadap tanah yaitu meningkatkan ketersediaan unsur hara dan meningkatnya pertumbuhan tanaman. Hasil penelitian Sanni dan Adenubi (2015) menunjukkan bahwa dengan aplikasi kompos kotoran kambing 5 t ha⁻¹ kompos kotoran kambing lebih efisien dari pada kompos kotoran babi yang menunjukkan peningkatan pada tinggi, jumlah daun, diameter batang serta jumlah

polong pada tanaman okra. Hal ini selaras dengan hasil penelitian Wuta dan Nyamugafata (2012) bahwa aplikasi kompos kotoran kambing memberikan pengaruh terhadap tanah yaitu meningkatkan kesuburan tanah dan ketersediaan unsur hara (N, P, K). Hal ini didukung oleh ketersediaan unsur hara N, P, K, Ca, Mg, Na pada kompos kotoran kambing disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Kompos Kotoran Kambing

Parameter	Gichangi <i>et al.</i> (2009)	Olowokere <i>et al.</i> (2013)	Jesu dan Ogochukwu (2014)	Panelo dan Diza (2017)
N (%)	2.56	2.89	1.83	1.66
P (ppm P)	2.40	1.10	1.64	2.71
K (%)	0.22	0.63	1.00	1.48
Ca (%)	3.93	1.98	2.70	-
Mg (%)	1.86	0.82	0.45	-
Na (%)	-	-	-	0.08

2.4. Peranan Unsur Hara Ca, Mg dan Na pada Tanaman

2.4.1. Kalsium (Ca)

Kalsium adalah unsur hara esensial dan merupakan unsur hara makro sekunder yang berperan dalam berbagai metabolisme enzim yang diperlukan oleh tanaman (Supriyadi, 2009). Kalsium berperan penting bagi tanaman untuk memacu perkembangan akar, membantu perkembangan tunas, mendorong produksi biji dan mengurangi serapan racun seperti Fe dan Al, memperkuat dinding sel dan membran sel serta menyeimbangkan kation untuk anion-anion organik dan anorganik dalam vakuola tanaman kedelai (Pangaribuan *et al.*, 2013). Kekurangan kalsium dalam tanah mengakibatkan terjadinya gangguan pada pertumbuhan tanaman. Apabila tanaman kekurangan kalsium maka akan mengganggu proses fotosintesis dan mengganggu proses perkembangan akar sehingga akan mempengaruhi proses penyerapan hara oleh akar tanaman (Ariyanti *et al.*, 2010). Menurut Ningsih *et al.* (2015) bahwa kekurangan kalsium pada bibit tanaman sawit akan mengganggu pertumbuhan pucuk (titik tumbuh) sehingga tanaman menjadi kerdil dan mati. Sumber kalsium dalam tanah berasal dari pupuk, bahan organik dan bahan mineral yang mengandung kalsium (Dierolf *et al.*, 2001 dalam Hartati *et al.*, 2012). Menurut Supriyadi (2009) bahwa salah satu penyebab rendahnya kandungan kalsium pada tanah adalah rendahnya kandungan bahan organik tanah. Oleh sebab itu salah satu cara yang dapat dilakukan untuk

menjaga ketersediaan unsur hara kalsium pada tanah adalah dengan penambahan bahan organik (Hartati *et al.*, 2012). Hal ini sesuai dengan penelitian Olowokere *et al.* (2013) bahwa aplikasi kompos kotoran kambing sebanyak 20 t ha⁻¹ memberikan pengaruh terhadap nilai Ca pada tanah yaitu sebesar 6,21 me100g⁻¹ dan meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah daun tanaman terung.

2.4.2. Magnesium (Mg)

Magnesium (Mg) merupakan salah satu unsur hara makro yang terlibat dalam banyak kegiatan enzim dan stabilisasi struktur jaringan serta merupakan unsur hara penting untuk pembentuk klorofil, metabolisme karbohidrat, pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Guo *et al.*, 2016). Magnesium dibutuhkan dalam aktivitas enzim-enzim dan sebagai atom pusat dari molekul klorofil yaitu mengaktifkan enzim ribulose-1,5-bisphosphate (RuBP) carboxylase yang penting dalam proses fotosintesis dan transfer fosfat serta respirasi tanaman (Afrousheh *et al.*, 2010; Ningsih *et al.*, 2015).

Magnesium merupakan unsur hara yang relatif mudah tercuci yang dipengaruhi oleh jumlah magnesium dalam mineral tanah, laju pelapukan, intensitas pencucian dan penyerapan oleh tanaman (Ariyanti *et al.*, 2010). Ketersediaan Mg di dalam tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain yaitu bahan organik, pelapukan bahan induk, penggunaan dolomit dan pupuk yang mengandung magnesium dan diserap tanaman dalam bentuk kation Mg²⁺ (Hartati *et al.*, 2012; Gransee dan Fuhrs, 2013). Tanaman yang kekurangan Mg akan berwarna pucat dengan klorosis antar tulang daun, awalnya terjadi pada daun tua yang berwarna kuning kemerahan. Jika kekurangan Mg semakin parah, selanjutnya daun menjadi kekuningan dan akhirnya nekrosis (Supriyadi, 2009). Menurut Afrousheh *et al.* (2010) gejala kekurangan Mg pada tanaman *Pistacia vera* yaitu menyerang daun yang lebih rendah dan tua dengan gejala daun menguning, kemudian akan terlihat seperti hangus dan jika semakin parah maka dapat mengganggu pertumbuhan tunas tanaman.

2.4.3. Natrium (Na)

Natrium bukan merupakan unsur hara yang esensial bagi tanaman karena walaupun tanaman tidak dipupuk Na, tanaman tidak menunjukkan gangguan metabolisme. Natrium diserap oleh tanaman dalam bentuk ion Na^+ dan tanaman mengandung unsur Na dalam konsentrasi yang berbeda-beda (Rosmarkam dan Yuwono, 2002). Walaupun demikian, Na sering berpengaruh terhadap kualitas produksi tanaman, misalnya pada kualitas daun tembakau.

Natrium memiliki pengaruh baik pada pertumbuhan tanaman apabila konsentrasi K relatif rendah. Sebaliknya jika konsentrasi K tinggi maka pemberian Na akan sedikit menurunkan produksi tanaman (Rosmarkam dan Yuwono, 2002). Sedangkan pengaruh konsentrasi Na yang tinggi terhadap tanah adalah akan merusak struktur tanah sehingga tanah menjadi padat (Supriyadi, 2009). Natrium merupakan basa-basa dapat ditukar bersama dengan unsur hara lainnya seperti kalium, kalsium dan magnesium dengan satuan cmol kg^{-1} dan konsentrasi dari kation-kation basa ini dipengaruhi oleh curah hujan. Semakin tinggi curah hujan maka kandungan basa-basa semakin rendah akibat proses pencucian yang semakin intensif (Arabia *et al.*, 2012). Menurut Sanjaya *et al.* (2014) bahwa Na merupakan unsur hara seperti K yang relatif mudah mengalami proses pencucian yang disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya tekstur tanah dan curah hujan tinggi.

Berdasarkan kebutuhan tanaman terhadap unsur Na pada umumnya dapat dibedakan menjadi empat golongan: (1) golongan A yaitu Na dapat menggantikan K dalam jumlah banyak, misalnya pada bit gula dan rumput C4; (2) golongan B yaitu Na hanya dapat mengganti K sebagian misalnya pada tanaman kubis, kapas, okra, gandum dan bayam; (3) golongan C yaitu hanya sedikit K yang dapat diganti oleh Na, misalnya pada tanaman barley, tomat, kentang dan rumput kye; (4) golongan D yaitu Na tidak dapat mengganti K misalnya pada tanaman jagung, kedele, kacang panjang dan timoty. Berdasarkan pembagian tersebut, golongan A dan B disebut golongan Natrofilik dan golongan C dan D disebut Natrofobik (Tisdale *et al.*, 1985 dalam Rosmarkam dan Yuwono; 2002).

2.5. Potensi Entisols

Entisols biasanya digunakan untuk lahan sawah tetapi tidak menutup kemungkinan untuk digunakan sebagai media tanam tanaman lain. Menurut Mulyani *et al.* (2004) Entisols merupakan salah satu jenis tanah yang tersebar diwilayah Indonesia seperti Sumatera, Jawa, Bali, Sulawesi dan Kalimantan dengan luas sekitar 3,8 juta ha. Entisols merupakan tanah yang kurang subur karena memiliki tekstur pasir, daya menahan dan menyimpan air rendah serta kandungan bahan organik dan unsur hara rendah (Gaol *et al.*, 2014). Selanjutnya ditambahkan hasil penelitiannya bahwa aplikasi zeolit dan pupuk K dapat meningkatkan K tersedia dan pertumbuhan kedelai di Entisols, Dairi. Utami dan Handayani (2003) menunjukkan bahwa Entisols mempunyai konsistensi lepas-lepas, tingkat agregasi rendah, peka terhadap erosi dan memiliki kandungan unsur hara rendah. Struktur tanah, tekstur, ruang pori dan kandungan bahan organik rendah menjadi penyebab Entisols memiliki daya menahan dan menyimpair air rendah (Zulkarnai *et al.*, 2013). Kandungan bahan organik Entisol rendah juga menjadi salah satu faktor penyebab Kapasitas Tukar Kation (KTK) dan Kejenuhan Basa pada tanah ini rendah (Angriawan dan Tripama, 2014).

Entisols merupakan tanah yang memiliki beberapa permasalahan sehingga perlu dilakukan upaya penambahan amandemen tanah yang dapat memperbaiki sifat-sifat tanah. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan penambahan bahan organik pada tanah sehingga dapat memperbaiki sifat-sifat tanah tersebut (Firmansyah dan Sumarni, 2013). Penelitian Trisno *et al.* (2016) menunjukkan bahwa pengaruh pemberian bahan organik bokashi pupuk kandang sapi yang meningkatkan indeks stabilitas agregat, porositas tanah dan menurunkan bobot isi tanah serta indeks plastisitas tanah. Penelitian Anggriawan dan Tripama (2014) menunjukkan bahwa penggunaan bahan organik bokashame pada tanah Entisols berpengaruh meningkatkan 24.58% kadar lengas, 47.76% porositas tanah, 43.01% kapasitas menahan air dan kadar air kapasitas lapang sebesar 48.48%. Berdasarkan hal tersebut, penambahan bahan organik pada Entisols memberikan pengaruh terhadap perbaikan sifat-sifat tanah.

III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan di rumah kaca dan Laboratorium Kimia Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang. Analisis kimia tanah dilaksanakan di Laboratorium Kimia Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang. Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret 2017 hingga Juni 2017.

3.2. Alat dan Bahan

3.2.1. Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah sekop, ayakan, gembor, kantong plastik, timbangan, alat tulis, polibag, dan peralatan laboratorium untuk analisis tanah.

3.2.2. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

a. Tanah

Tanah yang digunakan pada penelitian ini adalah Entisols yang diperoleh dari penelitian sebelumnya (Tampubolon, 2016). Tanah yang digunakan pada penelitian ini sebelumnya telah dilakukan analisis dasar untuk mengetahui sifat kimia dan kandungan unsur hara pada tanah tersebut (Lampiran 1a).

b. Benih Tanaman Okra

Benih tanaman yang digunakan pada penelitian ini adalah benih tanaman Okra (*Abelmoshus esculentus L.*) varietas Garibar (Lampiran 7).

c. Pupuk Anorganik

Pupuk anorganik yang digunakan dalam penelitian ini adalah Urea sebagai sumber N, SP36 sebagai sumber P dan KCl sebagai sumber K. Perhitungan pupuk dasar disajikan pada Lampiran 4

d. Pupuk Organik

Pupuk organik yang digunakan dalam penelitian ini adalah pupuk kompos kotoran kambing yang diperoleh dari UPT Kompos Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya (Lampiran 1c).

3.3. Metode Penelitian

Penelitian ini terdiri dari 2 set tanah percobaan yaitu tanah inkubasi atau tanpa dilakukan penanaman dan tanah dengan penanaman tanaman okra. Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Kombinasi perlakuan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Tampubolon (2016). Terdapat 15 kombinasi tanah dengan penanaman tanaman okra dan 15 perlakuan tanah inkubasi (Tabel 2).

Tabel 2. Kombinasi Perlakuan

Perlakuan	Kode	Urea	SP36	KCl
		-----kg ha ⁻¹ -----		
U1 + KK	U1	130,4	166,7	100
UH1 + KK	UH1	130,4	166,7	100
UH2 + KK	UH2	130,4	166,7	100
UH3 + KK	UH3	130,4	166,7	100
UH4 + KK	UH4	130,4	166,7	100

Keterangan: (U1): Tanah Residu Urea 100% + Kompos Kotoran Kambing; (UH1): Tanah Residu Urea-Humat 75% + Kompos Kotoran Kambing; (UH2): Tanah Residu Urea-Humat 100% + Kompos Kotoran Kambing; (UH3): Tanah Residu Urea-Humat 125% + Kompos Kotoran Kambing; (UH4): Tanah Residu Urea-Humat 150% + Kompos Kotoran Kambing; (U): Urea; (UH): Urea-Humat; KK (Kompos Kotoran Kambing).

3.4. Pelaksanaan Penelitian

3.4.1. Analisis Dasar

Analisis dasar tanah dilakukan untuk mengetahui kandungan unsur hara dan sifat kimia tanah pada tanah Entisol. Analisis dasar yang dilakukan terhadap pH H₂O, N-total, P-tersedia, K-dd, C-organik, C/N, Ca-dd, Mg-dd, Na-dd dan KTK. Data tersebut digunakan sebagai acuan dalam penelitian yang dilakukan (Lampiran 1a).

3.4.2. Persiapan Media Tanam

Entisols yang berasal dari Wajak diperoleh dari penelitian Tampubolon (2016). Tanah pada masing-masing ulangan setiap perlakuan dikompositkan, kemudian dikeringanginkan, dihaluskan dan diayak lolos ayakan 2 mm. Kemudian hasil komposit tanah pada setiap perlakuan tersebut digunakan untuk analisis awal. Selanjutnya tanah hasil ayakan masing-masing perlakuan ditimbang seberat 6 kg setara dengan 5,89 kg kering oven untuk setiap polybag. Selain tanah, media tanam yang digunakan adalah pupuk kompos kotoran kambing yang ditimbang seberat 3 kg setiap polybag. Kedua bahan tersebut kemudian dicampur

dan dimasukkan ke polybag untuk pengamatan pertumbuhan tanaman. Tanah juga ditimbang seberat 0,6 kg kering udara yang setara dengan 0,58 kg kering oven untuk mengamati Ca, Mg dan Na dalam masa inkubasi. Aplikasi kombinasi 2/3 tanah dan 1/3 kompos kotoran kambing berdasarkan penelitian Hariadi *et al.* (2016). Persiapan media tanam tersebut dilakukan 1 minggu sebelum tanam berdasarkan penelitian Gudugi (2013).

3.4.3 Penanaman

Sebelum penanaman, benih tanaman okra dibenamkan pada air matang selama 10 detik. Benih kemudian dibiarkan kering selama semalam. Hal tersebut dilakukan untuk menghentikan masa dorman pada benih (Masarirambi *et al.*, 2012). Benih tanaman okra yang sudah kering ditanam pada polybag dengan 3 benih per polybag. Benih okra tersebut ditanam pada kedalaman 2-3 cm. Jarak tanam yang digunakan berdasarkan penelitian Gudugi (2013) untuk setiap polybag adalah 30 cm x 50 cm. Pada 7 hari setelah tanam dipilih satu tanaman yang terbaik dan seragam pada setiap polybag.

3.4.4 Pemupukan

Dosis rekomendasi pupuk diperoleh dari kebutuhan unsur hara tanaman okra menurut Dierolf *et al.* (2001) dan Idiok *et al.* (2012) adalah 60 kg N ha⁻¹, 60 kg P ha⁻¹, 60 kg K ha⁻¹ untuk hasil 10 t ha⁻¹. Pupuk dasar tersebut diaplikasikan pada saat tanam berdasarkan penelitian (Gudugi, 2013).

3.4.5. Pemeliharaan

Pemeliharaan tanaman okra dilakukan dengan penyiraman, penyulaman dan penyiangan. Penyiraman dilakukan dengan jumlah air yang diberikan sesuai dengan kondisi kapasitas lapang (Lampiran 6). Penyulaman dilakukan terhadap tanaman yang mati dilakukan hingga umur 1 minggu setelah tanam. Penyiangan dilakukan dengan mencabut gulma secara manual dengan tangan.

3.4.6. Pengamatan

Pengamatan terhadap parameter pertumbuhan tanaman okra yaitu tinggi tanaman dan jumlah daun dilakukan pada 4, 6, 8 MST dan pengamatan terhadap tanah inkubasi dilakukan pada 4, 6 dan 8 MSI untuk analisis terhadap Ca, Mg dan Na dapat ditukar disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Parameter Pengamatan

Parameter	Metode	Waktu (MST/MSI)
Kalsium (Ca)	Titration EDTA	4, 6, 8
Magnesium (Mg)	Titration EDTA	4, 6, 8
Sodium (Na)	Flame Photometer	4, 6, 8
Plant Height	Measurement	4, 6, 8
Number of Leaves	Calculation	4, 6, 8

3.5. Analysis Data

Data yang telah diperoleh dilakukan analisis menggunakan analisis ragam atau *Analysis of Variance* (ANOVA) berdasarkan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) diuji dengan uji F taraf 5%. Apabila terdapat pengaruh perlakuan diuji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) dengan taraf 5% untuk membandingkan antar perlakuan.



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Kondisi Residu Entisols Setelah Pertanaman Jagung

Tanah yang digunakan pada penelitian ini merupakan tanah residu dengan perlakuan Urea-Humat pada Entisols yang ditanami jagung oleh Tampubolon (2016). Hasil analisis tanah residu ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Analisis Residu Urea-Humat Setelah Pertanaman Jagung

Kode	pH	Na-dd	Ca-dd	Mg-dd
		----- me100g ⁻¹ -----		
U1	5.9 ^{AM}	0.42 ^S	4.88 ^R	1.37 ^S
UH1	5.7 ^{AM}	0.33 ^S	4.87 ^R	1.37 ^S
UH2	5.8 ^{AM}	0.33 ^S	3.97 ^R	1.98 ^S
UH3	5.7 ^{AM}	0.37 ^S	3.66 ^R	1.83 ^S
UH4	5.9 ^{AM}	0.37 ^S	3.35 ^R	2.13 ^S

Keterangan: AM: agak masam; R: rendah; S: sedang; U1: Urea 100%; UH1: Urea Humat 75%; UH2: Urea Humat 100%; UH3: Urea Humat 125%; UH4: Urea Humat 150%

Berdasarkan hasil analisis tanah pada Tabel 4 dapat diketahui bahwa sifat kimia tanah yang berasal dari residu Urea-Humat pada Entisols yang ditanami jagung menghasilkan nilai pH yang termasuk dalam kriteria agak masam yaitu antara 5,7 hingga 5,9 (Lampiran 1a). Berdasarkan analisis tanah diketahui bahwa Na-dd memiliki nilai 0,33me100g⁻¹ hingga 0.42me100g⁻¹ dengan kriteria sedang. Nilai Ca-dd pada residu Urea-Humat termasuk dalam kriteria rendah dengan nilai 3.55me100g⁻¹ hingga 4.88me100g⁻¹. Nilai Mg-dd pada residu Urea-Humat juga termasuk dalam kriteria sedang yaitu dengan nilai 1.37me100g⁻¹ hingga 2.13me100g⁻¹.

Berdasarkan kondisi residu Urea-Humat dengan perlakuan tersebut, maka kemudian residu tersebut ditanami kembali dengan tanaman okra untuk mengetahui pengaruh residu Urea-Humat dengan aplikasi kompos kotoran kambing terhadap ketersediaan Ca, Mg dan Na serta pertumbuhan tanaman okra.

4.2. Pengaruh Residu Urea-Humat dengan Aplikasi Kompos Kotoran Kambing terhadap Ketersediaan Ca, Mg dan Na

4.2.2. Kalsium (Ca) Tanah

Kalsium merupakan unsur hara makro sekunder yang berperan dalam berbagai metabolisme enzim dan yang diperlukan oleh tanaman karena memiliki peranan penting dalam menunjang pertumbuhan tanaman salah satunya adalah perkembangan akar (Supriyadi, 2009). Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa residu Urea-Humat dengan aplikasi kompos kotoran kambing berpengaruh nyata terhadap Ca tanah pada pengamatan 4, 6 dan 8 MSI (Lampiran 8a) (Tabel 5).

Tabel 5. Pengaruh Residu Urea-Humat dengan Aplikasi Kompos Kotoran Kambing terhadap Ca-dd Tanah

Perlakuan	Ca-dd(me100g ⁻¹)					
	4 MSI*	+ (%)	6 MSI*	+ (%)	8 MSI*	+ (%)
U1	13,94 a T	0	14,32 a T	0	15,22 a T	0
UH1	14,66 ab T	5,16	15,27 ab T	6,63	15,93 a T	4,66
UH2	16,69 c T	19,72	16,98 c T	18,57	17,79 b T	16,88
UH3	15,59 bc T	11,83	16,28 bc T	13,68	17,08 b T	12,22
UH4	16,58 bc T	18,93	16,07 c T	12,22	16,98 b T	11,56

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata pada Uji DMRT taraf *5% ($P < 0,05$) dan **1% ($P < 0,01$). (MSI): Minggu Setelah Inkubasi; Perlakuan (U1): Tanah Residu Urea 100% + Kompos Kotoran Kambing; (UH1): Tanah Residu Urea-Humat 75% + Kompos Kotoran Kambing; (UH2): Tanah Residu Urea-Humat 100% + Kompos Kotoran Kambing; (UH3): Tanah Residu Urea-Humat 125% + Kompos Kotoran Kambing; (UH4): Tanah Residu Urea-Humat 150% + Kompos Kotoran Kambing. Kriteria sifat kimia tanah T: tinggi (Balai Penelitian Tanah, 2009).

Berdasarkan pada Tabel 5 hasil analisis menunjukkan bahwa pada masing-masing pengamatan yaitu 4, 6 dan 8 MSI memiliki nilai Ca-dd dengan kriteria yang sama yaitu tinggi. Secara keseluruhan residu Urea-Humat dengan aplikasi kompos kotoran kambing meningkatkan nilai Ca-dd pada tanah disetiap perlakuan untuk semua pengamatan dibandingkan nilai Ca-dd residu tanah awal yaitu kriteria rendah (Tabel 4). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa meskipun tekstur tanah didominasi fraksi pasir (Lampiran 1b) residu Urea-Humat masih mempunyai kriteria Ca-dd lebih tinggi dibandingkan analisis tanah awal. Hal ini berkaitan dengan muatan negatif pada Urea-Humat sebagai *slow release fertilizer*, sehingga Ca-dd yang dikandung dari bahan humat (dilepaskan secara perlahan-lahan) dan diserap oleh tanaman jagung sesuai kebutuhannya. Di lain pihak

aplikasi kompos kotoran kambing sebagai media tanam juga menambahkan ketersediaan Ca-dd pada tanah inkubasi sesuai waktu pengamatan, tetapi peningkatan dosis Urea-Humat pada tanah residu (UH3 dan UH4) tidak berbeda dengan UH2. Pada pengamatan 4, 6 dan 8 MSI peningkatan nilai Ca-dd tanah tertinggi terdapat pada perlakuan yang sama yaitu UH2 dengan peningkatan berturut-turut 19,72, 18,57 dan 16,88%. Perlakuan UH2 memberikan peningkatan Ca-dd tanah tertinggi dari perlakuan lainnya jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol pada setiap pengamatan. Peningkatan kriteria Ca-dd tanah dari rendah pada residu Urea-Humat menjadi tinggi disebabkan oleh meningkatnya ketersediaan unsur hara Ca-dd pada tanah dari kompos kotoran kambing (Olowokere *et al.*, 2013). Selanjutnya ditambahkan hasil penelitiannya menunjukkan bahwa aplikasi kompos kotoran kambing sebanyak 30 t ha⁻¹ memberikan pengaruh nyata terhadap nilai Ca-dd pada tanah yaitu sebesar 6,21me100g⁻¹ dengan peningkatan sebesar 13,7%. Hasil yang sama diperoleh pada penelitian Uwah dan Eyo (2014) dengan aplikasi kompos kotoran kambing sebanyak 5, 10, 15 dan 20 t ha⁻¹ pada tanaman jagung memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan nilai Ca-dd pada tanah yaitu sebesar 4,29, 5,34, 5,79 dan 6,95me100g⁻¹ dibanding dengan perlakuan kontrol sebesar 2,49me100g⁻¹.

Meningkatnya nilai Ca-dd pada tanah menunjukkan residu Urea-Humat dengan aplikasi kompos kotoran kambing memberikan pengaruh terhadap peningkatan Ca-dd pada tanah. Hasil penelitian Jesu dan Ogochukwu (2014) menjelaskan bahwa aplikasi kompos kotoran kambing sebesar 6 t ha⁻¹ dapat meningkatkan nilai Ca-dd pada tanah sebesar 27%. Hal ini sesuai dengan pernyataan Dewi (2009) dan Gichangi *et al.* (2009) bahwa kompos kotoran kambing merupakan sumber hara dan energi bagi mikroorganisme tanah, meningkatkan kemampuan tanah menahan unsur hara dan kapasitas menahan air serta memperbaiki aerasi tanah. Hal ini selaras dengan pernyataan Dierolf *et al.* 2001 (*dalam* Hartati *et al.*, 2012) bahwa sumber kalsium dalam tanah berasal dari pupuk, bahan organik dan bahan mineral yang mengandung kalsium. Ketersediaan unsur hara Ca pada tanah sangat penting karena memiliki fungsi penting bagi tanah, pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Kekurangan unsur hara Ca pada akan mengganggu perkembangan akar, adanya bintik coklat dan

daun menjadi kriting serta tanaman akan kerdil (Charrier, 2013). Apabila tanaman kekurangan kalsium maka akan mengganggu proses fotosintesis dan mengganggu proses perkembangan akar sehingga akan mempengaruhi proses penyerapan hara oleh akar tanaman (Ariyanti *et al.*, 2010).

4.2.3. Magnesium (Mg) Tanah

Magnesium (Mg) merupakan salah satu unsur hara makro yang terlibat dalam banyak kegiatan enzim dan stabilisasi struktur jaringan serta merupakan unsur hara penting untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Guo *et al.*, 2016). Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa residu Urea-Humat dengan aplikasi kompos kotoran kambing berpengaruh nyata terhadap Mg pada tanah pada pengamatan yaitu 4, 6 dan 8 MSI (Lampiran 8c) (Tabel 6).

Tabel 6. Pengaruh Residu Urea-Humat dengan Aplikasi Kompos Kotoran Kambing terhadap Mg-dd Tanah

Perlakuan	Mg-dd(mel100g ⁻¹)					
	4 MSI*	+	(%)	6 MSI*	+	(%)
U1	3,30 a T	0		4,30 a T	0	
UH1	4,28 b T	29,69		5,30 b T	23,25	
UH2	5,01 c T	51,81		6,06 c T	40,93	
UH3	4,41 bc T	33,63		5,51 bc T	28,13	
UH4	4,41 bc T	33,63		5,65 bc T	31,39	

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata pada Uji DMRT taraf *5% ($P < 0,05$) dan **1% ($P < 0,01$). (MSI): Minggu Setelah Inkubasi; Perlakuan (U1): Tanah Residu Urea 100% + Kompos Kotoran Kambing; (UH1): Tanah Residu Urea-Humat 75% + Kompos Kotoran Kambing; (UH2): Tanah Residu Urea-Humat 100% + Kompos Kotoran Kambing; (UH3): Tanah Residu Urea-Humat 125% + Kompos Kotoran Kambing; (UH4): Tanah Residu Urea-Humat 150% + Kompos Kotoran Kambing. Kriteria sifat kimia tanah T: tinggi (Balai Penelitian Tanah, 2009).

Berdasarkan Tabel 6 hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pada masing-masing pengamatan yaitu 4, 6 dan 8 MSI memiliki kriteria Mg yang sama yaitu tinggi. Secara keseluruhan residu Urea-Humat dengan aplikasi kompos kotoran kambing meningkatkan nilai Mg-dd pada tanah disetiap perlakuan pada masing-masing pengamatan. Residu Urea-Humat dengan aplikasi kompos kotoran kambing memberikan peningkatan kriteria Mg-dd tanah dari sedang menjadi tinggi (Tabel 4 dan 6). Aplikasi kompos kotoran kambing pada residu Urea-Humat dapat meningkatkan Mg-dd tanah hingga 51,81% dibanding perlakuan kontrol. Tabel 6 menunjukkan peningkatan nilai Mg tanah terendah terdapat pada perlakuan UH1 yaitu 29,69, 23,25 dan 12,45% berturut-turut pada 4, 6 dan 8 MSI

dan peningkatan nilai Mg-dd tertinggi terdapat pada perlakuan UH2 dengan masing-masing peningkatan yaitu 51,81, 40,93 dan 32,26%. Pola peningkatan nilai Mg-dd sama seperti Ca-dd. Hasil penelitian Sanni dan Adenubi (2015) menjelaskan bahwa dengan aplikasi kompos kotoran kambing sebanyak 10 t ha⁻¹ dapat meningkatkan pertumbuhan okra dan nilai Mg pada tanah menjadi 8,00 me100g⁻¹ dibanding hasil analisis awal yaitu 5,62 me100g⁻¹ dengan peningkatan sebesar 42,3%. Hal ini selaras dengan penelitian Jesu dan Ogochukwu (2014) bahwa dengan aplikasi kompos sebanyak 6 t ha⁻¹ dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dan unsur hara N, P, K, Ca dan Mg pada tanah.

Kompos kotoran kambing merupakan salah satu sumber bahan organik yang dapat meningkatkan kesuburan tanah serta memiliki kandungan unsur hara makro dan mikro sebagai unsur hara bagi tanaman (Nweke *et al.*, 2013). Hal ini juga diungkapkan oleh Wuta dan Nyamugafata (2012) menjelaskan bahwa kompos kotoran kambing merupakan sumber unsur hara yang efisien karena dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara pada tanah di Zimbabwe. Menurut Willich *et al.* (2016) dan Tennakoon dan Bandara (2003) bahwa penambahan bahan organik berupa kompos kotoran kambing pada tanah akan meningkatkan ketersediaan unsur hara N, P, K, Ca dan Mg pada tanah berpasir yang akan diserap tanaman Gandum dan Millet Mutiara untuk proses pertumbuhan dan perkembangannya. Meningkatnya konsentrasi unsur hara Mg pada tanah disebabkan oleh adanya aplikasi kompos kotoran kambing sehingga menambah kandungan bahan organik tanah. Menurut Gransee dan Fuhrs (2013) magnesium merupakan unsur penting bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang ketersediaannya pada tanaman tergantung pada berbagai faktor yaitu aplikasi bahan kimia seperti pupuk anorganik, penambahan bahan organik dan bahan batuan yang keberadaannya di dalam tanah di pengaruhi oleh pelapukan dan iklim.

Tanaman pada penelitian ini tidak menunjukkan gejala defisiensi Magnesium. Hal ini didukung hasil analisis ketersediaan Mg sampai 8 MST dalam kriteria tinggi. Tanaman yang kekurangan magnesium akan berwarna pucat dengan klorosis antar tulang daun yang awalnya pada daun tua berwarna kuning

kemerahan. Kemudian akan menyerang daun muda jika kekurangan magnesium makin parah dengan gejala daun menjadi kekuningan dan akhirnya nekrosis pada daun tua (Supriyadi, 2009). Sementara menurut Afrousheh *et al.*, (2010) gejala kekurangan magnesium pada tanaman yaitu akan menyerang daun yang lebih rendah dan tua dengan gejala daun akan menguning kemudian akan terlihat seperti hangus dan jika semakin parah maka akan mengganggu pertumbuhan tunas tanaman.

4.2.1. Natrium (Na) Tanah

Natrium merupakan unsur hara yang berpengaruh terhadap produksi tanaman dan diserap oleh tanaman dalam bentuk ion Na^+ namun walaupun tanaman tidak dipupuk Na, tanaman tidak akan menunjukkan gangguan metabolisme (Rosmarkam dan Yuwono, 2002). Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa residu Urea-Humat dengan aplikasi kompos kotoran kambing berpengaruh secara nyata terhadap Na-dd tanah pada setiap masing-masing pengamatan (Lampiran 8b) (Tabel 7).

Tabel 7. Pengaruh Residu Urea-Humat dengan Aplikasi Kompos Kotoran Kambing terhadap Na-dd Tanah

Perlakuan	Na-dd(me100g^{-1})					
	4 MSI*	+	(%)	6 MSI*	+	(%)
U1	5,06 a ST	0		7,79 a ST	0	
UH1	5,67 a ST	12,05		8,5 b ST	9,11	10,92
UH2	6,65 b ST	31,42		9,33 c ST	19,76	27,01
UH3	5,01 a ST	-0,98		8,4 b ST	7,83	12,48
UH4	5,61 a ST	10,86		8,49 b ST	8,98	17,28

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata pada Uji DMRT taraf *5% ($P < 0,05$) dan **1% ($P < 0,01$). (MSI): Minggu Setelah Inkubasi; Perlakuan (U1): Tanah Residu Urea 100% + Kompos Kotoran Kambing; (UH1): Tanah Residu Urea-Humat 75% + Kompos Kotoran Kambing; (UH2): Tanah Residu Urea-Humat 100% + Kompos Kotoran Kambing; (UH3): Tanah Residu Urea-Humat 125% + Kompos Kotoran Kambing; (UH4): Tanah Residu Urea-Humat 150% + Kompos Kotoran Kambing. Kriteria sifat kimia tanah ST: sangat tinggi (Balai Penelitian Tanah, 2009).

Tabel 7 menunjukkan bahwa pada pengamatan yaitu 4, 6 dan 8 MSI memiliki kriteria Na-dd yang sama yaitu sangat tinggi. Secara keseluruhan residu Urea-Humat dengan aplikasi kompos kotoran kambing meningkatkan nilai Na-dd tanah pada setiap perlakuan. Aplikasi residu Urea-Humat dengan kompos kotoran kambing memberikan peningkatan terhadap kriteria Na tanah dari sedang menjadi sangat tinggi jika dibandingkan dengan Na-dd tanah pada hasil analisis awal

residu Urea-Humat yaitu $0,33\text{me}100\text{g}^{-1}$. Hal ini berkaitan dengan kandungan bahan humat yang diaplikasikan (Lampiran 1). Peningkatan Na-dd tertinggi dibanding dengan perlakuan kontrol terdapat pada perlakuan UH2 yaitu sebesar 31,42% pada 4 MSI dibanding perlakuan kontrol. Selanjutnya pada pengamatan 6 dan 8 MSI peningkatan nilai Na-dd tanah tertinggi juga terdapat pada perlakuan yang sama yaitu UH2 berturut-turut 19,76 dan 27,01%.

Dilain pihak, residu Urea-Humat dengan aplikasi kompos kotoran kambing dapat meningkatkan ketersediaan Na-dd pada tanah inkubasi sampai 8 MSI. Hal ini dapat terjadi karena adanya tambahan bahan organik yang dapat meningkatkan kation basa (K, Ca, Mg, Na) setelah mengalami dekomposisi. Hal ini sesuai dengan penelitian Bulu *et al.* (2016) bahwa kompos kotoran kambing memberikan peningkatan secara nyata pada nilai Na-dd tanah yang selaras dengan hasil penelitian Uwah *et al.* (2014) bahwa aplikasi kompos kotoran kambing sebanyak 5, 10 dan 15 t ha^{-1} meningkatkan nilai Na tanah sebesar 18,3, 30,5 dan 46,1%. Hal ini sesuai dengan pernyataan Panelo dan Diza (2017) bahwa penambahan amandan tanah berupa bahan organik kompos kotoran kambing mempengaruhi kandungan unsur hara pada tanah. Peningkatan ketersediaan unsur hara pada tanah tentu dapat meningkatkan kesuburan tanah yang memberikan dampak terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman. Pada tanah subur akar tanaman dapat tumbuh optimal, sehingga akar tanaman lebih mudah menyerap air dan unsur hara yang tersedia pada tanah (Dinariani *et al.*, 2016). Konsentrasi Na dalam tanah dalam kriteria rendah, secara umum menguntungkan karena bukan unsur esensial. Natrium menjadi kendala bagi tanaman bila konsentrasi Na tinggi, maka akan dapat mengganggu pertumbuhan tanaman yaitu meningkatkan nilai osmosis sehingga menimbulkan efek plasmolisis. Konsentrasi Na tinggi dalam tanah menjadi kendala karena akan merusak struktur tanah sehingga tanah menjadi padat (Supriyadi, 2009; Arabia *et al.*, 2012; Sanjaya *et al.*, 2014).

4.3. Pengaruh Residu Urea-Humat dengan aplikasi Kompos Kotoran terhadap Pertumbuhan Tanaman Okra

4.3.1. Tinggi Tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa residu Urea-Humat dengan aplikasi kompos kotoran kambing tidak berpengaruh secara nyata terhadap tinggi tanaman okra pada setiap pengamatan (Lampiran 8d) (Tabel 8)

Tabel 8. Pengaruh residu Urea-Humat dengan Aplikasi Kompos Kotoran Kambing terhadap Tinggi Tanaman Okra

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)		
	4 MST	6 MST	8 MST
U1	30,33	40,66	62,50
UH1	30,66	42,00	68,00
UH2	30,33	43,33	69,00
UH3	31,00	41,33	71,50
UH4	31,00	43,33	63,66

Keterangan: Perlakuan (U1): Tanah Residu Urea 100% + Kompos Kotoran Kambing;
 (UH1): Tanah Residu Urea-Humat 75% + Kompos Kotoran Kambing;
 (UH2): Tanah Residu Urea-Humat 100% + Kompos Kotoran Kambing;
 (UH3): Tanah Residu Urea-Humat 125% + Kompos Kotoran Kambing;
 (UH4): Tanah Residu Urea-Humat 150% + Kompos Kotoran Kambing;
 (MST): MIngggu Setelah Tanam.

Berdasarkan Tabel 8 residu Urea-Humat dengan aplikasi kompos kotoran kambing dengan bertambahnya waktu pengamatan meningkatkan tinggi tanaman okra. Hal ini kemungkinan karena pada setiap perlakuan diaplikasikan kompos kotoran kambing dengan jumlah yang sama yaitu $1/3$ dari polibag atau sebanyak 3 kg polibag⁻¹. Hal ini sejalan dengan penelitian Ojeniyi *et al.* (2007) bahwa aplikasi kompos kotoran kambing sebanyak 12,5 t ha⁻¹ tidak memberikan pengaruh secara nyata terhadap tinggi tanaman tomat dibanding dengan perlakuan kontrol (tanpa pupuk). Hasil ini berbeda dengan penelitian Putra *et al.* (2015) bahwa dengan aplikasi pupuk kompos kotoran kambing sebesar 20 dan 30 t ha⁻¹ pada tanaman jagung memberikan pengaruh secara nyata terhadap tinggi tanaman dibanding dengan perlakuan kontrol (tanpa pupuk) pada 7 MST. Penelitian Sanni dan Adenubi (2015) juga menunjukkan bahwa aplikasi kompos kotoran kambing 5 dan 10 t ha⁻¹ memberikan pengaruh secara nyata terhadap pertumbuhan tanaman okra yaitu 48,14 cm dibanding perlakuan kontrol (tanpa pupuk) yaitu 14,94 cm pada 8 MST.

Tinggi tanaman pada penelitian ini dipengaruhi oleh perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa meningkatnya ketersediaan unsur hara (Ca, Mg, Na) pada tanah dari residu Urea-Humat dengan aplikasi kompos kambing diserap oleh tanaman untuk mendukung pertumbuhan tanaman okra. Menurut Willich *et al.* (2016) dan Tennakoon dan Bandara (2003) bahwa penambahan bahan organik berupa kompos kotoran kambing pada tanah akan meningkatkan ketersediaan unsur hara N, P, K, Ca dan Mg, selain yang didapat dari residu urea humat, yang

akan diserap tanaman untuk proses pertumbuhan dan perkembangannya. Hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa tinggi tanaman berkorelasi positif dan kuat dengan nilai Mg ($r = 0,74^*$) (Lampiran 9). Hal ini sesuai dengan pernyataan Guo *et al.* (2016) bahwa Mg merupakan salah satu unsur hara makro yang terlibat dalam banyak kegiatan enzim dan stabilisasi struktur jaringan serta merupakan unsur hara penting untuk pembentuk klorofil, metabolisme karbohidrat, pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Hal ini sejalan dengan pernyataan Moraditochae (2012) dan Irshad *et al.* (2013) bahwa aplikasi pupuk kompos kambing maupun bahan humat dapat meningkatkan unsur hara pada tanah sehingga mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

4.3.1. Jumlah Daun

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa residu Urea-Humat dengan aplikasi kompos kotoran kambing tidak berpengaruh secara nyata terhadap jumlah daun tanaman okra pada setiap pengamatan (Lampiran 8e) (Tabel 9)

Tabel 9. Pengaruh Residu Urea-Humat dengan Aplikasi Kompos Kotoran Kambing terhadap Jumlah Daun Okra

Perlakuan	Jumlah Daun		
	4 MST	6 MST	8 MST
U1	5	7	11
UH1	7	8	9
UH2	6	8	9
UH3	6	8	10
UH4	5	9	11

Keterangan: Perlakuan (U1): Tanah Residu Urea 100% + Kompos Kotoran Kambing;
 (UH1): Tanah Residu Urea-Humat 75% + Kompos Kotoran Kambing;
 (UH2): Tanah Residu Urea-Humat 100% + Kompos Kotoran Kambing;
 (UH3): Tanah Residu Urea-Humat 125% + Kompos Kotoran Kambing;
 (UH4): Tanah Residu Urea-Humat 150% + Kompos Kotoran Kambing;
 (MST): Minggu Setelah Tanam.

Berdasarkan Tabel 9 residu Urea-humat dengan aplikasi kompos kotoran kambing tidak memberikan pengaruh secara nyata terhadap jumlah daun. Jumlah daun tanaman okra pada 4 sampai 8 MST tidak dipengaruhi oleh perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah daun memiliki pola yang sama dengan tinggi tanaman okra. Hal ini kemungkinan karena pada setiap perlakuan diaplikasikan kompos kotoran kambing dengan jumlah yang sama sehingga pertumbuhan vegetatif tanaman okra memiliki jumlah daun yang sama, tidak berbeda antar perlakuan residu Urea-Humat dengan perlakuan residu urea saja. Hal ini sejalan

dengan penelitian Akanni dan Ojeniye (2008) bahwa dengan perlakuan kompos 5, 10 dan 15 t ha⁻¹ tidak memberikan pengaruh secara nyata pada jumlah daun tanaman bayam dibanding perlakuan kontrol (tanpa pupuk). Hasil yang sama juga diperoleh pada penelitian Nweke *et al.* (2008) bahwa aplikasi kompos kotoran kambing sebanyak 12 kg per plot tidak memberikan pengaruh secara nyata terhadap jumlah daun tanaman okra yaitu dengan nilai rata-rata 15 dibanding kontrol yaitu 11 Hasil ini berbeda dengan penelitian Dinariani *et al.* (2014) bahwa dengan aplikasi kompos kotoran kambing sebanyak 2,5, 5, 7,5 dan 10 t ha⁻¹ memberikan pengaruh secara nyata terhadap jumlah daun kailan yaitu dengan nilai rata-rata yaitu 11,11, 11,22, 11,78 dan 12 dibanding kontrol yaitu 10,89 pada 55 MST. Penelitian Sanni dan Adenubi (2015) menunjukkan bahwa aplikasi kompos kotoran kambing 5 dan 10 t ha⁻¹ memberikan hasil secara nyata terhadap jumlah daun tanaman okra dengan rata-rata yaitu 14 dan 11 dibanding perlakuan kontrol yaitu 9 pada 8 MST. Meskipun tinggi tanaman dan jumlah daun tidak menunjukkan perbedaan nyata akibat perlakuan, tetapi dengan bertambahnya waktu pengamatan, jumlah daun tanaman okra lebih banyak. Hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa tinggi tanaman berkorelasi positif dan kuat dengan nilai Mg ($r = 0,71^*$) (Lampiran 9). Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan nilai Mg pada tanah memberikan pengaruh terhadap jumlah daun tanaman okra.

Peningkatan ketersediaan unsur hara pada tanah diserap oleh tanaman okra untuk mendukung pertumbuhannya. Pada tanah subur akar tanaman dapat tumbuh optimal karena mempermudah perkembangan akar sehingga tanaman lebih mudah menyerap air dan unsur hara yang tersedia pada tanah (Dinariani *et al.*, 2016). Hal ini sesuai dengan pernyataan Dewi (2009); Gichangi *et al.* (2009); Ano dan Ubochi, 2007 (*dalam* Uwah *et al.*, 2014) bahwa kompos kotoran kambing merupakan salah satu sumber hara dan energi bagi mikroorganisme tanah, meningkatkan kemampuan tanah menahan unsur hara dan kapasitas menahan air serta memperbaiki aerasi tanah.

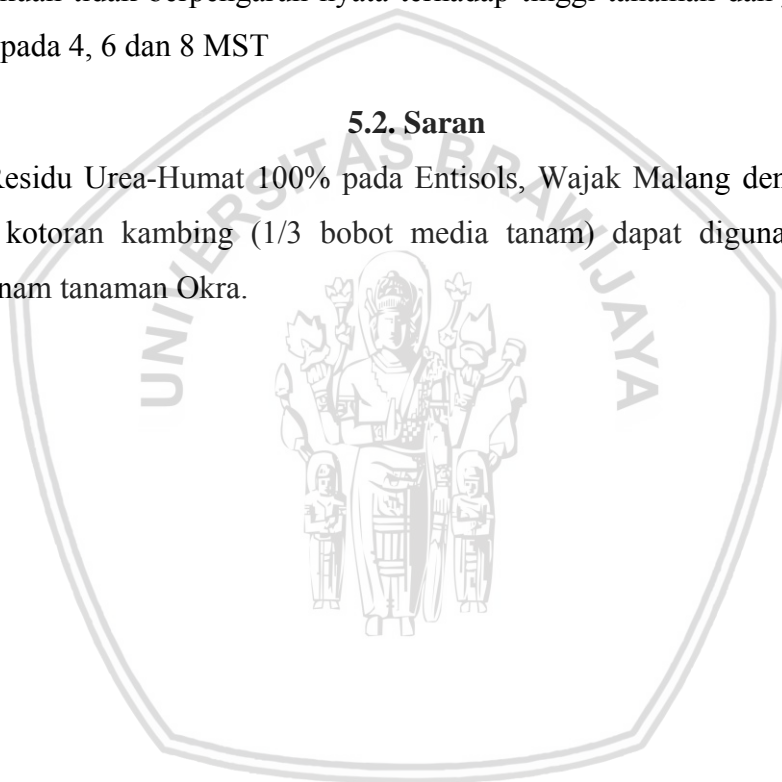
V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

- a. Residu Urea-Humat 100 % (UH2) dengan aplikasi kompos kotoran kambing (1/3 bobot media tanam) memberikan pengaruh secara nyata terhadap nilai Ca, Mg dan Na berturut-turut meningkatkan 19,72, 51,81, 31,42% dibandingkan dengan perlakuan kontrol (residu Urea 100% + kompos kotoran kambing) pada 4 MSI
- b. Residu Urea-Humat dengan aplikasi kompos kotoran kambing untuk semua perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman dan jumlah daun okra pada 4, 6 dan 8 MST

5.2. Saran

Residu Urea-Humat 100% pada Entisols, Wajak Malang dengan aplikasi kompos kotoran kambing (1/3 bobot media tanam) dapat digunakan sebagai media tanam tanaman Okra.



DAFTAR PUSTAKA

- Afrousheh, M., M. Andalan dan H. Hokmabadi. 2010. Visual Deficiency and Multi-Deficiency Symptoms of Macro and Micro Nutrients Element in Pistachio Seedling (*Pistacia vera*). GREMPA. 94 (16) : 37-52
- Ahmad, I., S. Ali, K. S. Khan, F. Hassan and K. B. 2015. Use of Coal Derived Humic Acid as Soil Conditioner to Improve Soil Physical Properties and Wheat Yield. Int. J. Plant and Soil Science. 5 (5) : 268-275
- Akanni, D. I. and S. O. Ojeniyi. 2008. Residual Effect of Goat and Poultry Manures on Soil Property Nutrient Content and Yield of *Amanranthus* in Southwest Nigeria. J. Res. Agron. 2 (2) : 44-47
- Anggriawan, R dan B. Tripama. 2014. Pengujian Bahan Organik Bokashame terhadap Sifat Fisika Tanah Entisol Psamment. J. Ilmu-Ilmu Pertanian. 7-12
- Arabia, T., Zainabun dan I. Royani. 2012. Karakteristik Tanah Salin Krueng Raya Kecamatan Mesjid Raya Kabupaten Aceh Besar. J. Manajemen Sumberdaya Lahan. 1 (1): 32- 42
- Ariyanti, E., Sutopo dan Suwarto. 2010. Kajian Status Hara Makro Ca, Mg, dan S Tanah Sawah Kawasan Industri daerah Kabupaten Karanganyar. J. Ilmu Tanah dan Agroklimatologi. 7 (1) : 51- 60
- Awodun, M. A. 2007. Effect of Goat Manure and Urea Fertilizer on Soil, Growth and Yield of Okra (*Abelmoschus esculentus* (L). Moench). Int. J. Agric. Res. 2 (7) : 632-636
- Balai Penelitian Tanah. 2009. Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk. Petunjuk dan Teknis. Edisi 2. Balai Besar Litbang Sumber Daya Lahan Pertanian. 234pp
- Bulu, Y. I., O. Kekere and B. G. Olabokunde. 2016. Soil Chemical Properties and Interactive Effect of Livestock Manure and Variety on Growth, Yield, Seed Nutritional and Proximate Compositions of Groundnut (*Arachis hypogaea* L.). Int. J. Plant and Soil Sci. 11 (4) : 1-8
- Charrier, M., A. Marie, D. Guillaume, L. Bedouet, J. L. Lannic, C. Roiland, S. Berland, J. S. Pierre, M. L. Floch, Y. Frenot and M. Lebouvier. 2013. Soil Calcium Availability Influences Shell Ecophenotype Formation in the Sub-Antarctic Land Snail, *Notodiscus hookeri* Int. J. Zool. 8 (12) : 1-11
- Dewi, W. W. 2016. Respon Dosis Pupuk Kandang Kambing terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Mentimun (*Cucumis Sativus* L.) Varietas Hibrida. J. Viabel Pertanian. 10 (2) : 11-29
- Dierolf, T., T. Fairhurst dan E. Mutert. 2001. Soil fertility Kit a Toolkit for Acid, Up Soil Fertility Management in Southeast Asia. East and Southeast Asia Program (ESEAP). Singapore. 159pp

- Dinariani., Y. B. S. Heddy dan B. Guritno. 2012. Kajian Penambahan Pupuk Kandang Kambing dan Kerapatan Tanaman yang berbeda pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung Manis (*Zea Mays Saccharata* Sturt). J. Produksi Tanaman. 2 (2) : 128-136
- Firmansyah, I dan N. Sumarni. 2013. Pengaruh Dosis Pupuk N dan Varietas terhadap pH Tanah, N-Total Tanah, Serapan N dan Hasil Umbi Bawang Merah (*Allium Ascalonicum* L.) pada tanah Entisols-Brebes Jawa Tengah. J. Hort. 23 (4) : 358-364
- Gad, N., M. R. A. Moez and H. Kandil. 2015. Response of Okra (*Hibiscus escelentus*) Growth and Productivity to Cobalt and Humic Acid Rates. Int. J. ChemTech. Res. 8 (4) : 1782-1791
- Gaol, S. K. L., H. Hanum dan G. Sitanggang. 2014. Pemberian Zeolit dan Pupuk Kalium untuk Meningkatkan Ketersediaan Hara K dan Pertumbuhan Kedelai di Entisol. J. Agroekoteknologi. 2 (3) : 1151-1159
- Gichangi, E. M., P. N. S. Mnkeni and P. C. Brookes. 2009. Effects of Goat Manure and Inorganic Phosphate Addition on Soil Inorganic and Microbial Biomass Phosphorus Fractions under Laboratory Incubation Conditions. J. Soil Sci and Plant Nutrition. 55 (10) : 764-771
- Gransee, A dan A. Fuhrs. 2012. Magnesium Mobility in Soils as a Challenge For Soil and Plant Analysis, Magnesium Fertilization and Root Uptake under Adverse Growth Conditions. J. Plant Soil. 368 : 5 - 21
- Gudugi, I. A. S. 2013. Effect Cow Dung and Variety on the Growth and Yield of Okra (*Abelmoschus esculentus* L.). European J. Experimental Biology. 3 (2) : 495-498
- Gulshan, A. B., H. M. Saeed, S. Javid, T. Meryem, M. I. Atta and M. A. Din. 2013. Effects of Animal Manure on the Growth and Development of Okra (*Abelmoschus esculentus* L.). ARPN. J. Agric and Biological Sci. 8 (3) : 213-218
- Guo, W., H. Nazim, Z. Liang and D. Yang. 2016. Magnesium Deficiency in Plants: An Urgent Problem. J. The Crop. 4 (1) : 83-91
- Hariadi, Y. C., A. Y. Nurhayati and P. Hariyani. 2016. Biophysical Monitoring on the Effect on Different Composition of Goat and Cow Manure on the Growth Respone of Maize to Support Sustainability. Int. J. Agric. 9 : 118-127
- Hartati, S., J. Winarno dan G. Novarizki. 2012. Status Unsur Hara Ca, Mg dan S sebagai Dasar Pemupukan Tanaman Kacang Tanah (*Arachis Hypogaea* L.) di Kecamatan Punung Kabupaten Pacitan. J. Ilmu Tanah dan Agroklimatologi. 9 (2) : 108 - 121
- Idiok, A. U. A., I. A. Udo and E. I. Braide. 2012. The Use of Human Urine as An Organic Fertilizer in the Production of Okra (*Abelmoschus esculentus* L.)

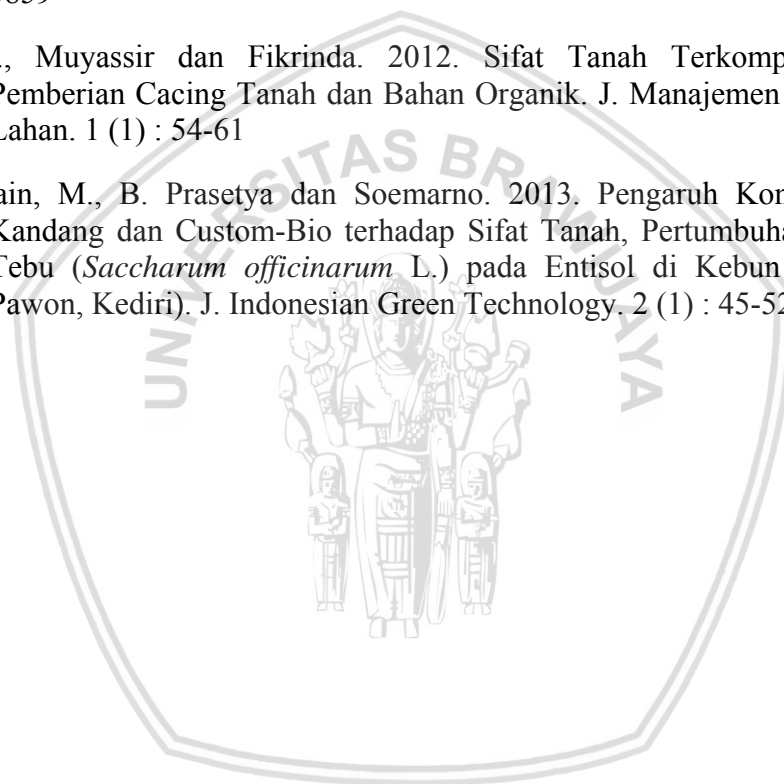
in South Eastern Nigeria. J. Resources, Conservation and Recycling. 62 : 14-20

- Irshad, M., A. E. Eneji, Z. Hussain and M. Ashraf. 2013. Chemical Characterization of Fresh and Composted Livestock Manure. J. Soil Sci and Plant Nutrition. 13 (1) : 115-121
- Jesu, E. I. M. and A. I. Ogochukwu. 2014. Comparative Evaluation of Different Organic Fertilizer Effects on Soil Fertility, Leaf Chemical Composition and Growth Performance of Coconut (*Cocos nucifera* L.) Seedlings. Int. J. Plant and Soil Sci. 3 (6) :737-750
- Masarirambi, M. T., N. Sibandze, P. K. Wahome and T. O. Oseni. 2012. Effect of Kraal Manure Application Rates on Growth and Yield of Wild Okra (*Corchorus olitorius* L.) in a Sub-tropical Environment. Asian. J. Agr. Sci. 4 (1) : 89-95
- McMurphy, C. P., Duff, G. C., Sanders, S. R., Cuneo, S. P and Chirase, N. K. 2011. Effects of Supplementing Humates on Rumen Fermentatation in Holstein Streers. S. Afr. J. Animal. Sci. 41 (2) : 134-140
- Moraditochae, M. 2012. Effects of Humic Acid Foliar Spraying and Nitrogen Fertilizer Management on Yield of Peanut (*Arachis hypogaea* L.) in Iran. ARPN. J. Agric and Bio. Sci. 7 (2) : 289-293
- Mulyani, A., Hikmatullah dan H. Subagyo. 2004. Karakteristik dan Potensi Tanah Masam Lahan Kering di Indonesia. 1-32. *Dalam* Prosiding Simposium Nasional Pendayagunaan Tanah Masam. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Bogor
- Nadira, S., B. Hatidjah dan Nuraeni. 2009. Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Okra (*Abelmoschus Esculentus* L.) pada Pelakuan Pupuk Dekaform dan Defoliasi. J. Agrisains 10 (1) : 10 – 15
- Ningsih, E. P., Sudradjat dan Supijatno. 2015. Optimasi Dosis Pupuk Kalsium dan Magnesium pada Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Pembibitan Utama. J. Agron. Indonesia. 43 (1) : 81 – 88
- Nweke, I. A., S. I. Ijearu and D. N. Igili. 2013. Effect of Different Sources of Animal Manure on the Growth and Yield of Okra (*Abelmoschus Esculentus* (L.) Moench) in Ustoxic Dystropept at Enugu South Eastern, Nigeria. Int. J. Scientific and Technology Res. 2 (3) : 135-137
- Ojeniyi, S. O., M. A. Awodun and S. A. Odedina. 2007. Effect of Animal Manure Amended Spent Grain and Cocoa Husk on Nutrient Status, Growth and Yied of Tomato. East J. Scientific Rese. 2 (1) : 33-36
- Olowokere, F. A., M. O. Dare, F. O. Olasantan and M. A. Akanji. 2015. Evaluation of Animal Manures on the Yield and Chemical Properties of Soil Grown with (*Solanum Macrocarpon* L) and Chemical Properties of Soil. 43-46 pp. Proc.of the Scientific. Nigeria

- Panelo, B. C. and M. T. M. Diza. 2017. Growth and Yield Performance of Banana (*Musa acuminata* L.) as Affected by Different Farm Manure. Asia Pasific. J. Multidisciplinary Res. 5 (2) : 199-203
- Pangaribuan, S. M., Supriadi dan Sarifuddin. 2013. Pemetaan Status Hara K, Ca, Mg Tanah pada Kebun Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq) di Perkebunan Rakyat Kecamatan Hutabayu Raja Kabupaten Simalungun. J. Agroekoteknologi. 1 (4) : 987- 995
- Putra, A. D., M. M. B. Damanik dan H. Hanum. 2015. Aplikasi Pupuk Urea dan Pupuk Kandang Kambing untuk Meningkatkan N-Total pada Tanah Inceptisol Kwala Bekala dan Kaitannya terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea Mays* L.). J. Agroekoteknologi. 3 (1) : 128-135
- Rahayu, T. B., B. H. Simanjuntak dan Suprihati. 2014. Pemberian Kotoran Kambing terhadap Pertumbuhan dan Hasil Wortel (*Daucus carota*) dan Bawang Daun (*Allium fistulosom* L.) dengan Budidaya Tumpangsari. J. Agric. 26 (1): 52-60
- Rosmarkam, A dan N. W. Yuwono. 2002. Ilmu Kesuburan Tanah. PT Kanisius. Yogyakarta. p88-90
- Sanjaya, T. P., J. Syamsiyah., D. P. Ariyanto dan Komariah. 2010. Pelindian Unsur Kalium (K) dan Natrium (Na) Material Vulkanik hasil Erupsi Gunung Merapi 2010. J. Ilmu-Ilmu Pertanian. 29 (2) : 87 -95
- Sanni, K. O. and O. O. Adenubi. 2015. Influence of Goat and Pig Manure on Growth nd Yield Potential of Okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) in Ikorodu Agro-Ecological Zone of Nigeria. World Rural Observations. 7 (4) : 1-6
- Santi, L. P. 2014. Pengaruh Asam Humat terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao*) dan Populasi Mikroorganisme di dalam Tanah Humic Dystrudept. J. Tanah dan Iklim. 40 (2) : 87-94
- Sarno dan E. Fitria. 2012. Pengaruh Aplikasi Asam Humat dan Pupuk N terhadap Pertumbuhan dan Serapan pada Tanaman Bayam (*Amanrantus* spp.). Dalam Pros. SNSMAIP III: 288-293
- Stevenson, F. J. 1982. Humus Chemistry, Genesis, Composition, Reactions. Jon Willey and Son Inc. New York. 433pp
- Suntari, R., R. Retnowati, Soemarno dan M. Munir. 2015. Determination of Urea-Humic Acid Dosage of Vertisols on the Growth and Production of Rice. J. Agrivita. 37 (2) : 185-192
- Sugiyono. 2008. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif and R and D. Alfabeta. Bandung. 334p
- Supriyadi, S. 2009. Status Unsur-Unsur Basa (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+} , and Na^{+}) di Lahan Madura. J. Agrovisor. 2 (1) : 35-41

- Suwardi., E. M. Dewi dan B. A. Hermawan. 2009. Aplikasi Zeolit sebagai Karier Asam Humat untuk Peningkatan Produksi Tanaman Pangan. J. Zeolit Indonesia. 8 (1) : 44 – 51
- Syekhfani. 2004. Penentuan Dosis Pupuk Organik. Materi Pelatihan Penelitian Sistem Pertanian Organik Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang
- Tampubolon, Y. Y dan R. Suntari. 2017. Pengaruh Dosis Urea-Humat terhadap Ketersediaan N pada Entisol dan Serapan N oleh Tanaman Jagung. J. Tanah dan Sumberdaya Lahan. 2 (2) : 559-565
- Tennakoon, N. A and S. D. H. Bandara. 2003. Nutrient Content of some Locally Available Organic Materials and their Potential as Alternative Sources of Nutrients for Coconut. J. Coconut Res. 15 (1) : 23-30
- Torkpo, S. K., E.Y. Danquah., S. K. Offei dan E. T. Blay. 2006. Esterase, Total Protein and Seed Storage Protein Diversity in Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench). West Africa. J. Applied Ecology. 9 : 1-7
- Trisno., D. Widjajanto dan U. Hasanah. 2016. Pengaruh Bokashi Kotoran Sapi terhadap beberapa Sifat Fisik Entisol Lembah Palu. J. Agrotekbis. 4 (3) : 288 - 294
- Uka, U. N., K. S. Chukwuka and M. Iwuagwu. 2013. Relative Effect of Organic and Inorganic Fertilizer on the Growth of Okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). J. Agric. Sciences. 58 (3): 159-166
- Usman, M. 2015. Cow Dung, Goat and Poultry Manure and Their Effects on the Average Yields and Groth Parameters of Tomato Crop. J. Biology, Agric and Healthcare. 5 (5) : 7-10
- Utami, S. N. H. dan S. Handayani. 2003. Sifat Kimia Entisol pada Sistem Pertanian Organik. Ilmu Pertanian. 10 (2) : 63-69
- Uwah, D. F. and V. E. Eyo. 2014. Effects of Number and Rate of Goat Manure Application on Soil Properties, Growth and Yield of Sweet Maize (*Zea mays* L. *saccharata* Strut). Sustainable Agric. Res. 3 (4) : 75-83
- Uwah, D. F., U. L. Undie and N. M. John. 2015. Comparative Evaluation of Animal Manures on Soil Properties, Growth and Yield of Sweet Maize (*Zea mays* L. *saccharata* Strut.). J. Agric and Environmental Sci. 3 (2) : 315-331
- Verlinden, G., Pycke, B., Mertens, J., Debersaques, F., Verheyen, K., Baert, G., Bries, J and Haesaert, G. 2009. Application of Humic Substances Results in Consistent Increases in Crop Yield and Nutrient Uptake. J. Plant Nutrion. 32 : 1407-1426
- Victolika, H., Sarno dan Y. C. Ginting. 2014. Pengaruh Pemberian Asam Humat dan K terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill). J. Agrotek Tropika. 2 (2) : 297-301

- Wardani, W. K. 2017. Kajian Aplikasi Urea Humat terhadap Pembentukan Bintil Akar, Pertumbuhan, Serapan N, P, K, serta Produksi Kacang Tanah (*Arachis hypogea* L.) pada Inceptisol. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang
- Willich, M., A. K. Schiborra, L. Quaranta and A. Buerkert. 2016. Effects of Charcoal-Enriched Goat Manure on Soil Fertility Parameters and Growth of Pearl Millet (*Pennisetum glaucum* L.) in a Sandy Soil from Northern Oman. J. Agric and Rural Development in the Tropics and Subtropics. 117 (2) : 323-333
- Wuta, M. and P. Nyamugafata. 2012. Management of Cattle and Goat Manure in Wedza Smallholder Farming Area, Zimbabwe. J. Agric Res. 7 (26) : 3853-3859
- Zulfadli., Muyassir dan Fikrinda. 2012. Sifat Tanah Terkompaksi Akibat Pemberian Cacing Tanah dan Bahan Organik. J. Manajemen Sumberdaya Lahan. 1 (1) : 54-61
- Zulkarnain, M., B. Prasetya dan Soemarno. 2013. Pengaruh Kompos, Pupuk Kandang dan Custom-Bio terhadap Sifat Tanah, Pertumbuhan dan Hasil Tebu (*Saccharum officinarum* L.) pada Entisol di Kebun Ngrangkah-Pawon, Kediri). J. Indonesian Green Technology. 2 (1) : 45-52



LAMPIRAN

Lampiran 1. Analisis Dasar Tanah dan Kompos

a. Hasil Analisis Tanah Residu Sebelum Tanam

Kode	pH	C-Org	N total	C/N	P	K-dd	Na-dd	Ca-dd	Mg-dd	KTK	KB
		-----%-----			ppm			me 100g ⁻¹			(%)
U1	5,9 ^{AM}	0,83 ^R	0,04 ^{SR}	19,22 ^T	54,92 ST	0,36 ^S _R	0,42 ^S	4,88 ^R	1,37 ^S	14,04 ^R	56,25 ^S
UH1	5,7 ^{AM}	0,76 ^R	0,04 ^{SR}	18,15 ^T	14,43 ST	0,21 ^S _R	0,33 ^S	4,87 ^R	1,37 ^S	15,10 ^R	49,46 ^S
UH2	5,8 ^{AM}	0,68 ^R	0,04 ^{SR}	16,54 ^T	18,8 ST	0,14 ^S _R	0,33 ^S	3,97 ^R	1,98 ^S	27,04 ST	26,32 ^R
UH3	5,7 ^{AM}	0,68 ^R	0,03 ^{SR}	17,21 ^T	13,02 ST	0,14 ^S _R	0,37 ^S	3,66 ^R	1,83 ^S	7,56 ^R	89,51 ST
UH4	5,9 ^{AM}	0,68 ^R	0,03 ^{SR}	17,69 ^T	17,30 ST	0,17 ^S _R	0,37 ^S	3,35 ^R	2,13 ^S	6,46 ^R	98,50 ST

Keterangan: AM: agak masam; R: rendah; SR: sangat rendah; S: Sedang; T: tinggi; ST: sangat tinggi; Kriteria berdasarkan Balai Penelitian Tanah (2009).
Perlakuan: U1: Urea 100%; UH1: Urea Humat 75%; UH2: Urea Humat 100%; UH3: Urea Humat 125%; UH4: Urea Humat 150%

b. Analisis Dasar Kimia Entisol Wajak (Tampubolon, 2016)

Parameter	Satuan	Hasil	Kriteria*
pH H ₂ O	-	5,6	Agak Masam
C	%	0,04	Sangat Rendah
N	%	0,004	Sangat Rendah
P ₂ O ₅	Ppm P	12,82	Tinggi
KTK	me 100g ⁻¹	19,39	Sedang
Satuan Kation			
- K	me 100g ⁻¹	0,32	Rendah
- Na	me 100g ⁻¹	0,18	Rendah
- Ca	me 100g ⁻¹	2,87	Rendah
- Mg	me 100g ⁻¹	1,21	Sedang
Kejenuhan Basa	%	9,61	Sangat Rendah
C/N	-	10	Rendah
Kadar Air	%	1,01	-
		Pasir 83	
Tekstur	%	Debu 7	Pasir Berlempung
		Liat 10	

c. Analisis Kompos Kotoran Kambing (Wardani, 2016)

Parameter	Satuan	Hasil	Kriteria*	Kesesuaian**
pH H ₂ O	-	7,62	Agak Alkalis	√
N	%	1,51	Sedang	X
P	%	0,31	Rendah	X
K	%	0,90	Sedang	X
C-organik	%	7,04	Sangat Rendah	X
C/N	-	4,67	Rendah	X
Bahan Organik	%	12,17	-	X

Keterangan: *Kriteria berdasarkan Perhutani (2003) dalam Syekhfani (2004); ** Persyaratan teknis minimal pupuk organik (SK. Mentan No: 70/Permentan/SR.140/10/2011). √: sesuai; X: tidak sesuai

Lampiran 2. Kriteria Penilaian Hasil Analisis Tanah dan Kompos

Parameter tanah	Nilai *				
	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
C (%)	<1	1-2	2-3	3-5	>5
N (%)	<0,1	0,1-0,2	0,21-0,5	0,51-0,75	>0,75
C/N	<5	5-10	11-15	16-25	>25
P ₂ O ₅ HCl 25% (mg 100 g ⁻¹)	<15	15-20	21-40	41-60	>60
P ₂ O ₅ Bray (ppm P)	<4	5-7	8-10	11-15	>15
P ₂ O ₅ Olsen (ppm P)	<5	5-10	11-15	16-20	>20
K ₂ O HCl 25% (mg 100 g ⁻¹)	<10	10-20	21-40	41-60	>60
CTC (me 100 g tanah ⁻¹)	<5	5-16	17-24	25-40	>40
Susunan kation	<2	2-5	6-10	11-20	>20
- Ca (me 100 g tanah ⁻¹)	<0,3	0,4-1	1,1-2,0	2,1-8,0	>8
- Mg (me 100 g tanah ⁻¹)	<0,1	0,1-0,3	0,4-0,5	0,6-1,0	>1
- K (me 100 g tanah ⁻¹)	<0,1	0,1-0,3	0,4-0,7	0,8-1,0	>1
- Na (me 100 g tanah ⁻¹)					
Kejenuhan basa (%)	<20	20-40	41-60	61-80	>80

Parameter Tanah	Nilai					
	Sangat Masam	Masam	Agak Masam	Netral	Agak Alkalis	Alkalis
pH H ₂ O	<4,5	4,5-5,5	5,5-6,5	6,6-7,5	7,6-8,5	>8,5

Kriteria berdasarkan Balai Penelitian Tanah (2009)

Parameter Kompos	Satuan	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi
C-organik	%	<14,5	14,5-19,5	19,6-27	>27
N	%	<0,6	0,6-1,0	1,1-2,0	>2,1
C/N	-	-	<10	10-20	>20
P ₂ O ₅	%	<0,3	0,3-0,8	0,9-1,7	>1,8
K	%	<0,2	0,2-0,5	0,6-1,0	>1,1

pH H ₂ O	Masam	Netral	Agak Alkalis	Alkalis
	<6,6	6,6-7,2	7,3-8,1	>8,2

Kriteria berdasarkan Perhutani, 2003 (dalam Syekhfani, 2004)

Lampiran 3. Denah Pengacakan Perlakuan Penelitian

Denah awal

R1U1	R1U2	R1U3
R1U1	R1U2	R1U3
R2U1	R2U2	R2U3
R3U1	R3U2	R3U3
R4U1	R4U2	R4U3



Denah Polybag 10 kg setelah pengacakan metode 1000 Bilangan Acak

R4U1	R1U3	R1U2
R2U2	R3U3	R3U2
R3U1	R4U2	R2U1
R1U1	R2U3	R1U2
R1U3	R1U1	R4U3



Denah Polybag 1kg setelah pengacakan metode 1000 Bilangan Acak

R2U3	R1U3	R3U1
R4U2	R1U3	R2U1
R3U3	R2U2	R1U2
R1U1	R1U2	R3U2
R1U1	R4U3	R4U1



Keterangan:

- R1 = 2/3 tanah residu Urea 100% + 1/3 Kompos Kotoran Kambing
 R2 = 2/3 tanah residu Urea Humat 75% + 1/3 Kompos Kotoran Kambing
 R3 = 2/3 tanah residu Urea Humat 100% + 1/3 Kompos Kotoran Kambing
 R4 = 2/3 tanah residu Urea Humat 125% + 1/3 Kompos Kotoran Kambing
 R5 = 2/3 tanah residu Urea Humat 150% + 1/3 Kompos Kotoran Kambing
 U1 = Ulangan 1
 U2 = Ulangan 2
 U3 = Ulangan 3

Lampiran 4. Perhitungan Pupuk Dasar Tanaman Okra (Urea, SP36 dan KCl)

Diketahui : Kebutuhan N Okra per hektar 60 kg, P_2O_5 60 kg, K_2O 60kg.
 Berat tanah perpolibag 9 kg. BI tanah 1, 21 $g\ cm^{-3}$, kedalamann
 lapisan olah 20 cm = $2 \cdot 10^{-1}$. KA Tanah 1, 01 %. Kadar air kering
 udara 1, 7%

Hektar Lapisan Olah Tanah (HLO)

$$\begin{aligned} HLO &= \text{Luas Hektar} \times \text{Kedalaman Tanah} \times \text{BI tanah} \\ &= 10000\ m^2 \times 2 \cdot 10^{-1}\ m \times 1, 21 \times 10^3\ kg\ m^{-3} \\ &= 2, 42 \cdot 10^6\ kg \end{aligned}$$

Berat tanah kering udara yang ditimbang (6 kg) setara dengan 5,965 kg kering oven

$$\text{Kadar air kering udara} = (BKU - BKO) / BKO \times 100\%$$

$$17 = (6 - BKO) / BKO \times 100\%$$

$$BKO = 5, 898\ kg$$

$$\text{Kadar air kering udara} = (BKU - BKO) / BKO \times 100\%$$

$$17 = (BKU - 5,898) / 5, 898 \times 100\%$$

$$BKU = 6\ kg$$

1. Pemenuhan Kebutuhan N dengan Urea

- Kebutuhan Urea hektar⁻¹ = $(100/46) \times 60\ kg = 130, 43\ kg$
- Dosis Urea polibag⁻¹ (Polibag 6 kg) = $((6\ kg / 2, 42 \cdot 10^6\ kg) \times 130, 43\ kg)$
 $= 3, 23 \times 10^{-4}\ kg\ polibag^{-1}$
 $= 0, 32\ g\ Urea\ polibag^{-1}$

$$\text{Dosis Urea polibag}^{-1} \text{ (Polibag 0, 6 kg)} = 0,032\ g\ Urea\ polibag^{-1}$$

2. Pemenuhan Kebutuhan P_2O_5 dengan SP36

- Kebutuhan SP36 hektar⁻¹ = $(100/36) \times 60\ kg = 166,66\ kg$
- Dosis SP36 polybag⁻¹ (polybag 6 kg) = $((6\ kg / 2, 42 \times 10^6\ kg) \times 166,66\ kg)$
 $= 4, 13 \times 10^{-4}\ kg\ polybag^{-1}$
 $= 0, 41\ g\ SP36\ polybag^{-1}$

$$\text{Dosis SP36 polibag}^{-1} \text{ (polibag 0, 6 kg)} = 0,041\ g\ SP36\ polibag^{-1}$$

3. Pemenuhan Kebutuhan K_2O dengan KCl

- Kebutuhan KCl hektar⁻¹ = $(100/60) \times 60\ kg = 100\ kg$
- Dosis KCl polybag⁻¹ (polybag 6 kg) = $((6\ kg / 2, 42 \times 10^6\ kg) \times 100\ kg)$
 $= 2, 47 \times 10^{-4}\ kg\ polybag^{-1}$
 $= 0, 24\ g\ KCl\ polybag^{-1}$

$$\text{Dosis KCl polibag}^{-1} \text{ (Polibag 0, 6 kg)} = 0,024\ g\ KCl\ polibag^{-1}$$

Lampiran 5. Perhitungan Aplikasi Kompos Kotoran Kambing

Diketahui : Berat kompos kotoran kambing 3 kg/polibag = 3000 g
Berat kompos kotoran kambing 0,3 kg/polibag = 300 g
% N-total kompos kotoran kambing = 1,51%

Kandungan N dalam Kompos Kotoran Kambing

3 kg kompos kotoran kambing = $(1,51/100) \times 3 \text{ kg}$
= 0,045 kg N
= 45 g N polibag⁻¹

45 g dalam 3 kg kompos kotoran kambing setara dengan Urea

3 kg kompos kotoran kambing = $(100/46) \times 0,045 \text{ kg N}$
= 97,82 g Urea polibag⁻¹



Lampiran 6. Perhitungan Kebutuhan Air Kapasitas Lapang

Diketahui :

- Berat basah kapasitas lapang (BBKL) : 175,36 g
 - Berat kering kapasitas lapang (BKKL) : 141,8 g
 - Berat basah titik layu permanen (BBTLP) : 9,85 g
 - Berat kering titik layu permanen (BKTLTP) : 8,87 g
 - Berat jenis air (BJ air) : 1 g cm^{-3}
 - Berat tanah perpolibag : 600 g dan 6000 g
-
- Kadar Air Kapasitas Lapang (KaKL)

$$\begin{aligned} \text{KaKL} &= \text{massa air} / \text{massa padatan} \\ &= (\text{BBKL} - \text{BKKL}) / \text{BKKL} \\ &= (175,36 - 141,8) / 141,8 \\ &= 0,24 \text{ g g}^{-1} \times 100\% \\ &= 24\% \end{aligned}$$
 - Kadar Air Titik Layu Permanen (KaTLP)

$$\begin{aligned} \text{KaTLP} &= (\text{BBTLP} - \text{BKTLTP}) / \text{BKTLTP} \\ &= (9,85 - 8,87) / 8,87 \\ &= 0,11 \text{ g g}^{-1} \times 100\% \\ &= 11\% \end{aligned}$$
 - Kadar air Perpolibag 6000 g

$$\begin{aligned} &= (\text{KaKL} - \text{KaLTP}) \times \text{Berat Perpolibag} \\ &= (0,24 \text{ g g}^{-1} - 0,11 \text{ g g}^{-1}) \times 9000 \text{ g} \\ &= 1170 \text{ g} \end{aligned}$$
 - Kadar air Perpolibag 600 g

$$\begin{aligned} &= (\text{KaKL} - \text{KaLTP}) \times \text{Berat Perpolibag} \\ &= (0,24 \text{ g g}^{-1} - 0,11 \text{ g g}^{-1}) \times 900 \text{ g} \\ &= 117 \text{ g} \end{aligned}$$
 - Keb. Air Perpolibag 6000 g

$$\begin{aligned} &= \text{KA perpolibag} / \text{Berat jenis air} \\ &= 1170 \text{ g} / (1 \text{ g cm}^{-3}) \\ &= 1170 \text{ cm} \\ &= 1170 \text{ ml} \end{aligned}$$
 - Keb. Air Perpolibag 600 g

$$\begin{aligned} &= \text{KA perpolibag} / \text{Berat jenis air} \\ &= 117 \text{ g} / (1 \text{ g cm}^{-3}) \\ &= 117 \text{ cm} \\ &= 117 \text{ ml} \end{aligned}$$

Lampiran 7. Deskripsi Tanaman Okra (*Abelmoshus esculentus* L.) varietas Garibar (KEPMENTAN No : 76/Kpts/SR.120/3/2006)

Tanggal dilepas	: 16 Maret 2006
Asal	: Jepang
Bentuk tanaman	: tegak
Bentuk batang	: bulat
Diameter batang	: 1,5-2 cm
Warna batang	: hijau
Bentuk daun	: bulat berbagi
Warna daun	: bagian atas hijau tua, bagian bawah hijau
Ukuran daun	: panjang 20 cm, lebar 26 cm
Panjang tangkai daun	: 20 cm
Umur mulai berbunga	: 1 bulan setelah tanam
Umur panen	: 46 hari
Bentuk bunga	: terompet
Warna mahkota bunga	: kuning
Bentuk buah	: kerucut persegi lima
Ukuran buah	: 6-10 cm, diameter 1,5-1,9 cm
Warna buah	: hijau
Panjang tangkai buah	: 2-3 cm
Ketebalan daging buah	: 3-4,5 mm
Tekstur daging buah	: Kasar
Rasa	: manis hambar
Berat per buah	: 8-12,6 g
Berat pertanaman	: 312,6-376 g
Hasil	: 2,6-3 t ¹ ha pipilan kering
Daya simpan	: 6 bulan dalam kondisi beku 4-6 hari dalam kondisi segar pada suhu kamar
Keterangan	: adaptasi baik pada elevasi 100 mdpl
Pengusul/ Peneliti	: PT. Mitra Tani Dua Tujuh, Anto, Teguh Agus N, Hani Soewamit

Lampiran 8. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan terhadap Variabel Pengamatan

a. Pengamatan Kalsium (Ca)

	Sumber Keragaman	JK	db	KT	F hit	F tab
						0,05
4 MST	Perlakuan	13,101	4	3,275	3,79*	3,478
	Galat	8,620	10	0,862		
	Total	21,722	14	1,551		
	KK	= 6,06%				
	Sumber Keragaman	JK	db	KT	F hit	F tab
						0,05
6 MST	Perlakuan	12,458	4	3,114	4,767*	3,478
	Galat	6,532	10	0,653		
	Total	18,991	14	1,356		
	KK	= 5,11%				
	Sumber Keragaman	JK	db	KT	F hit	F tab
						0,05
8 MST	Perlakuan	12,377	4	3,094	4,655*	3,478
	Galat	6,646	10	0,664		
	Total	19,023	14	1,358		
	KK	= 4,90%				

b. Pengamatan Natrium (Na)

	Sumber Keragaman	JK	db	KT	F hit	F tab
						0,05
4 MST	Perlakuan	5,222	4	1,305	5,30*	3,478
	Galat	2,461	10	0,246		
	Total	7,681	14	0,548		
	KK	= 8,85%				
	Sumber Keragaman	JK	db	KT	F hit	F tab
						0,05
6 MST	Perlakuan	3,602	4	0,900	4,62*	3,478
	Galat	1,945	10	0,194		
	Total	5,547	14	0,396		
	KK	= 5,18%				
	Sumber Keragaman	JK	db	KT	F hit	F tab
						0,05
8 MST	Perlakuan	8,066	4	2,016	5,17*	3,478
	Galat	3,893	10	0,389		
	Total	11,960	14	0,854		
	KK	= 6,59%				

Keterangan: (*): Nyata

c. Pengamatan Magnesium (Mg)

	Sumber Keragaman	JK	db	KT	F hit	F tab
						0,05
4 MST	Perlakuan	4,545	4	1,136	4,72*	3,478
	Galat	2,405	10	0,240		
	Total	6,951	14	0,496		
	KK	= 11,44%				
	Sumber Keragaman	JK	db	KT	F hit	F tab
						0,05
6 MST	Perlakuan	5,140	4	1,285	4,84*	3,478
	Galat	2,650	10	0,265		
	Total	7,791	14	0,556		
	KK	= 9,58%				
	Sumber Keragaman	JK	db	KT	F hit	F tab
						0,05
8 MST	Perlakuan	4,460	4	1,115	4,77*	3,478
	Galat	2,335	10	0,233		
	Total	6,796	14	0,485		
	KK	= 7,89%				

d. Pengamatan Tinggi Tanaman

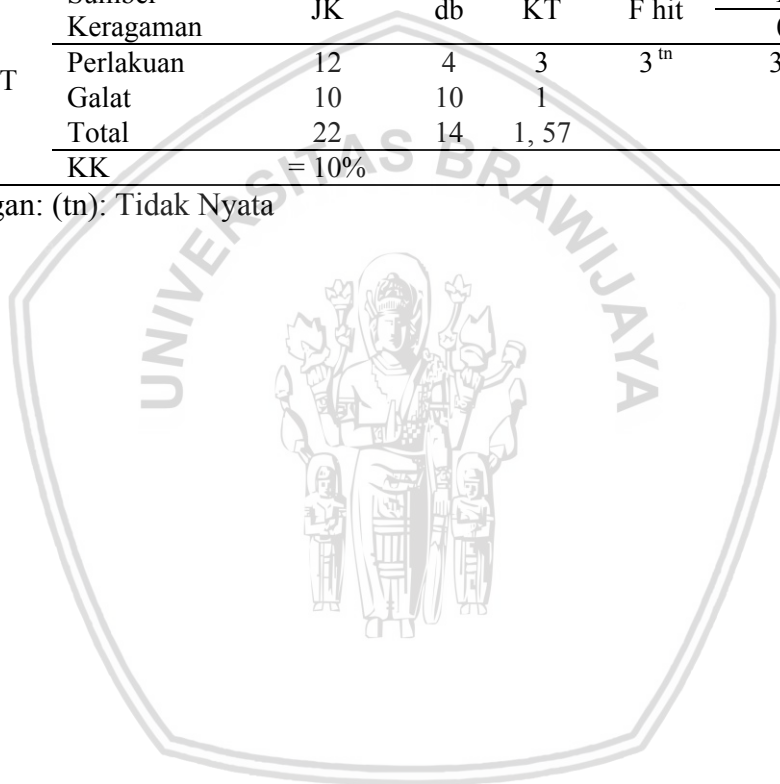
	Sumber Keragaman	JK	db	KT	F hit	F tab
						0,05
4 MST	Perlakuan	1,333	4	0,333	0,16 ^{tn}	3,478
	Galat	20	10	2		
	Total	21,333	14	1,523		
	KK	= 4,61%				
	Sumber Keragaman	JK	db	KT	F hit	F tab
						0,05
6 MST	Perlakuan	17,066	4	4,266	2,28 ^{tn}	3,478
	Galat	18,666	10	1,866		
	Total	35,733	14	2,552		
	KK	= 3,24%				
	Sumber Keragaman	JK	db	KT	F hit	F tab
						0,05
8 MST	Perlakuan	169,766	4	42,441	2,51 ^{tn}	3,478
	Galat	168,666	10	16,866		
	Total	338,433	14	24,173		
	KK	= 6,13%				

Keterangan: (tn): Tidak Nyata
(*): Nyata

e. Pengamatan Jumlah Daun

4 MST	Sumber Keragaman	JK	db	KT	F hit	F tab
						0,05
	Perlakuan	8,4	4	2,1	2,65 ^{tn}	3,478
	Galat	8	10	0,8		
	Total	16,4	14	1,17		
KK		= 15,42%				
6 MST	Sumber Keragaman	JK	db	KT	F hit	F tab
						0,05
	Perlakuan	6	4	1,5	2,5 ^{tn}	3,478
	Galat	6	10	0,6		
	Total	12	14	0,85		
KK		= 9,68%				
8 MST	Sumber Keragaman	JK	db	KT	F hit	F tab
						0,05
	Perlakuan	12	4	3	3 ^{tn}	3,478
	Galat	10	10	1		
	Total	22	14	1,57		
KK		= 10%				

Keterangan: (tn): Tidak Nyata



Lampiran 9 . Matriks Korelasi Antar Parameter Pengamatan

	Kalsium	Magnesium	Natrium	Tinggi Tanaman	Jumlah Daun
Kalsium	1				
Magnesium	0.81**	1			
Natrium	0.62*	0.83**	1		
Tinggi Tanaman	0.48	0.74**	0.79**	1	
Jumlah Daun	0.46	0.71*	0.74**	0.80*	1

Keterangan: Nilai korelasi pada taraf **0.01 dan *0.05 metode Pearson

Kriteria (Sugiyono, 2008).

0,00 - 0,25	Lemah (tidak ada hubungan)
0,26 - 0,50	Sedang
0,51 - 0,75	Kuat
0,76 - 1,00	Sangat Kuat



Lampiran 10. Dokumentasi Penelitian



a. Tanah Inkubasi



b. Pengeringan Sampel



c. Perawatan Tanaman Okra



d. Jumlah Daun 4 MST



e. Jumlah Daun 6 MST



f. Jumlah Daun 8 MST



g. Tinggi Tanaman 4 MST



h. Tinggi Tanaman 6 MST



i. Tinggi Tanaman 8 MST



j. Kondisi Tanaman Okra



k. Kuncup Tanaman Okra



l. Buah Tanaman Okra